ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 OCTOBRE 1918.

PRÉSIDENCE DE M. P. PAINLEVÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la lettre suivante :

Monsieur le Président et chers Collègues,

Les plus hautes autorités morales auxquelles des hommes de science française puissent s'adresser sont les Académies.

C'est pourquoi nous avons résolu de soumettre à votre appréciation quelques-uns des actes de l'Autorité militaire allemande dont nous avons été pendant quatre longues années, en territoire occupé, les témoins et les victimes.

Il nous paraît que ces actes, actuellement ignorés ou mal connus, contraires non seulement au droit des gens, mais aux plus élémentaires sentiments d'humanité, doivent être publiquement flétris par les Sociétés savantes de toutes les nations civilisées.

Nous ne voulons formuler aucune plainte contre les faits qui peuvent trouver une apparente justification, ou même une excuse pour nos ennemis, dans l'âpreté des combats ou dans les nécessités de l'attaque, comme dans celles de la défense.

C'est au tribunal de l'histoire qu'il appartiendra d'apprécier l'utilité militaire de la destruction méthodique de toutes nos usines et de leur matériel, de l'enlèvement de nos machines, du pillage de nos propriétés privées, de la réquisition forcée de nos meubles, de nos matelas, de nos vêtements, de nos objets d'art, de nos ustensiles de ménage, de l'emprisonnement ou de la déportation d'une multitude de nos concitoyens pour simple refus de travailler pour l'armée allemande.

Mais il ne nous apparaît pas qu'on puisse excuser ou justifier des tortures cruellement et froidement infligées à toute une population sans défense, et nous estimons que ceux qui les ont ordonnées doivent en être rendus moralement et civilement responsables.

Parmi ces tortures, dont la simple énumération remplirait un volume, nous voulons surtout retenir ici quelques-unes de celles qui ont le plus violemment soulevé l'indignation publique et la nôtre.

La plus odieuse a été, pendant toute la semaine de Pâques 1916, l'enlèvement en masse d'environ 10000 jeunes filles et jeunes femmes par le 64e régiment d'infanterie poméranien.

Successivement ou simultanément, tous les quartiers, toutes les rues de la ville de Lille furent barrés dès 2h du matin par des soldats en armes, avec mitrailleuses dans les carrefours. Dans chaque maison, un jeune officier ou sous-officier, accompagné de quelques hommes, pénétrait, examinait tous les habitants, qu'il faisait réunir dans une des chambres ou dans un vestibule, et désignait ceux qui devaient partir. Les victimes avaient une heure pour préparer un paquet de vêtements. Un soldat, baïonnette au canon, venait alors les prendre. Il les conduisait à un lieu de rassemblement et, de là, à la gare. Elles furent ensuite réparties par groupes dans quelques localités des départements de l'Aisne, des Ardennes ou de la Meuse et, sous la garde constante des soldats en armes, traitées comme du bétail; soumises, sans aucun ménagement, à d'impudiques et ignominieuses visites sanitaires; contraintes à des travaux agricoles, profitant surtout à l'armée allemande qui s'appropriait la presque totalité des récoltes. Ni les prières des familles, ni les supplications et les larmes des mères, ni les réclamations adressées par la suite à l'autorité allemande, ne purent empêcher ou atténuer l'exécution des ordres donnés par le quartier-maître général Zöllner. Ce général, dont le nom doit être voué à l'exécration des peuples, fut l'inspirateur ou l'ordonnateur de presque toutes les persécutions cruelles subies par les malheureux habitants des territoires français occupés. Il fut d'ailleurs très activement secondé dans son œuvre odieuse par un officier spécialement chargé des services de police et d'espionnage à Lille, le capitaine *Himmel* (*alias* libraire à Berlin) qui, pendant les quatre années de son séjour au milieu de nous, ne semble pas avoir poursuivi d'autre tâche que celle qui consistait à nous infliger les plus douloureuses tortures et les plus révoltantes humiliations.

C'est ainsi que, sans le moindre égard pour nos personnes, ni pour nos institutions scientifiques, ni pour nos familles, nous avons été, à plusieurs reprises, l'objet de perquisitions domiciliaires aussi complètes et outra-

geantes qu'on peut les imaginer. Au cours de l'une de ces perquisitions, l'un de nous fut immobilisé pendant 2 heures dans un coin de vestibule, gardé par un factionnaire en armes qui avait ordre de ne lui laisser faire aucun mouvement. Nos appareils scientifiques, nos machines, nos instruments ne furent même pas respectés, et nos collègues de la Faculté de Médecine ont été brutalement expulsés en quelques heures de leurs laboratoires, avec leurs collections, pour faire place à des bureaux.

Un autre d'entre nous, sous le prétexte qu'il n'avait pas spontanément livré à la police militaire quelques appareils appartenant au service des Manufactures de l'État français, appareils dont l'intendance allemande lui avait d'ailleurs antérieurement laissé la garde, a dû subir pendant une semaine entière des violences analogues et, après avoir été dépouillé de ses objets personnels les plus précieux, s'est vu frapper d'une amende de 1000 marks ou de 180 jours d'emprisonnement !

Et que dire des abominables traitements infligés sous nos yeux à tant de malheureux simplement suspects de ne pas avoir obéi avec assez d'empressement aux ordres de l'autorité allemande ? Que dire surtout de l'atroce cruauté avec laquelle presque tous nos enfants de 14 à 18 ans ont été arrachés à leurs familles et éloignés des écoles pour aller, en même temps qu'un grand nombre de vieillards de 60 à 65 ans, former, sur la ligne de feu, des bataillons de travailleurs ? Roués de coups, affamés quand ils se refusaient à obéir, on les obligeait à creuser des abris souterrains, à faire des routes, à transporter des munitions. Le nombre est immense de ces pauvres enfants et de ces pauvres vieux, que nous n'avons plus revus, ou dont la santé est irrémédiablement compromise !

Enfin, sous prétexte de représailles à exercer contre le Gouvernement français parce que 72 fonctionnaires allemands d'Alsace-Lorraine étaient soi-disant indûment retenus en France, nous eûmes la douleur de voir emmener en captivité comme otages 1000 de nos concitoyens, dont 600 hommes et 400 femmes, choisis parmi les personnalités les plus marquantes ou les plus utiles de la région du Nord occupée : grands industriels, prêtres, doyens ou professeurs de nos Facultés, femmes de plusieurs d'entre nous, sans considération pour leur âge ni pour leur état de santé.

Les 6 et 12 janvier 1918, par un froid rigoureux de plein hiver, les hommes furent transportés en Pologne, les dames au camp d'internement d'Holminden, dans le Brunswick.

Après un voyage extrêmement pénible qui dura 8 jours et 8 nuits en chemin de fer, nos malheureux concitoyens, épuisés de fatigue, furent répartis dans deux localités voisines de Vilna et soumis d'abord pendant

40 jours à un régime dit de « représailles ». Ils eurent à supporter les plus atroces souffrances. Entassés dans une sorte de grange, couchant tout habillés sur des paillasses de fibre de bois superposées en trois étages, si étroites et si rapprochées qu'il leur était impossible de se retourner ou de s'asseoir, astreints pendant le jour aux travaux les plus pénibles et les plus dégradants, dévorés de vermine, privés d'eau potable, n'ayant pour toute nourriture qu'une soupe de choux-raves ou d'orge, privés de tout envoi de France et de toute correspondance avec leur famille, sans médecin, sans médicaments, ils n'avaient aucune possibilité de se plaindre, car l'officier qui les surveillait avait une âme de bourreau. 25 d'entre eux moururent dès les premières semaines, entre autres le professeur Buisine, directeur de l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Lille. Cet infortuné collègue, âgé de 62 ans, souffrait depuis longtemps d'intermittences cardiaques et d'un rétrécissement de l'œsophage, sa femme crut devoir attirer sur son état l'attention du médecin-major allemand qui examinait les partants. Ce médecin-major (Dr Krug) répondit : « Madame, ça n'est pas contagieux pour l'armée allemande ! »

Nos malheureuses compagnes, transportées à Holminden, n'eurent pas beaucoup moins à souffrir de l'atroce cruauté allemande. Elles durent faire d'abord, en pleine nuit, dans la neige, à pied, le trajet de 3km qui sépare la gare du camp d'internement. Ensuite on les enferma pendant deux jours, sans feu, sans couvertures, dans une baraque commune où elles durent coucher tout habillées sur des paillasses de fibres de bois. On leur fit subir une fouille complète après les avoir déshabillées et on les répartit finalement par groupes dans des chambrées étroites garnies de lits de camp superposés en étagères, sans autres meubles que des petits bancs de bois. Elles durent vivre ainsi dans les conditions hygiéniques, matérielles et morales les plus pénibles, pendant plus de 6 mois, astreintes, comme des condamnées de droit commun, à des appels quotidiens et à des revues de détail, privées de toute possibilité de correspondre avec leurs maris ou leurs enfants restés en France occupée.

Peut-on concevoir qu'en notre siècle les dirigeants d'un peuple prétendûment civilisé accomplissent des actes aussi honteux, aussi férocement cruels, sans la moindre appréhension du jugement des autres peuples.

Comment nous serait-il possible d'oublier ou de pardonner toutes ces horreurs ?

Ceux qui, dans la France restée libre, n'en ont pas souffert, ne peuvent pas comprendre les raisons profondes de notre ressentiment. Certains admettraient volontiers que le peuple allemand n'est pas responsable de

l'infamie des chefs de son armée. Nous voudrions que cela fût vrai. Mais quand on a vu, comme nous, l'empressement, le zèle même avec lesquels de tout jeunes et de vieux soldats de la Landsturm, ou des officiers qui ne sont pas des militaires professionnels, des médecins par exemple, accomplissent les actes les plus odieux sans un mot d'excuse, de regret ou de pitié, on est bien obligé de reconnaître que, d'une manière générale, et sauf de trop rares exceptions, le cœur allemand est inaccessible aux sentiments nobles, généreux ou simplement humains.

Les dirigeants de la politique allemande ont voulu cette guerre, mais le peuple en armes l'a approuvée et l'a résolument poursuivie avec les moyens les plus férocement cruels, sans scrupules de conscience, sans sursauts d'indignation. Ce peuple, qui méritait l'estime du monde pour son activité laborieuse autant que pour l'œuvre de progrès intellectuel et social accomplie par ses savants, ses philosophes, ses musiciens, ses poètes, ne peut plus inspirer que des sentiments de dégoût et d'effroi pour les crimes dont il s'est rendu coupable.

Aussi sommes-nous résolus, pour notre part, à ne collaborer désormais à aucune publication allemande, à ne participer à aucune réunion scientifique, à aucun congrès international, aux côtés de collègues allemands qui n'auraient point préalablement marqué, par une manifestation publique, leur désapprobation des actes antisociaux accomplis à l'occasion ou au cours de cette guerre par leur gouvernement.

Nous demandons à nos collègues des cinq Académies de l'Institut de France, de l'Académie de Médecine et de l'Académie d'Agriculture, de vouloir bien se solidariser avec nous, individuellement ou collectivement, dans l'expression de cette volonté. Nous les prions d'inviter les sociétés savantes de toutes les nations civilisées du monde à accueillir notre protestation et à l'enregistrer dans leurs actes.

Les Membres et Correspondants de l'Institut, de l'Académie de Médecine et de l'Académie d'Agriculture retenus à Lille pendant l'occupation allemande :

H. Parenty,
Correspondant de l'Institut,
Académie des Sciences.

Laguesse,
Correspondant de l'Académie de Médecine.

Dr Duret,
Membre associé de l'Académie de Médecine.

Aimé Witz,
Correspondant de l'Institut.
Académie des Sciences.

Dr A. Calmette,
Correspondant de l'Académie des Sciences.
Membre associé de l'Académie de Médecine.

M. le **Président** déclare qu'il est certain d'être l'interprète de l'Académie tout entière en exprimant son indignation au sujet des actes abominables que signalent nos Collègues de Lille. Il leur envoie l'expression de l'affectueuse sympathie de l'Académie qui partage leur ressentiment et les félicite du courage stoïque avec lequel ils ont supporté les épreuves de ces mauvais jours.

En lisant le *Compte rendu* de la précédente séance, ils verront que l'Académie n'a pas attendu leur appel pour rejeter toute pensée de collaboration scientifique ultérieure avec nos ennemis.

THÉRAPEUTIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Des injections de plasma sanguin (plasmothérapie) pour remplacer le sang total.* Note de MM. **Charles Richet, P. Brodin** et **Fr. Saint-Girons.**

I. Il a été prouvé par nous [1] que les chiens ayant perdu plus de 70 p. 100 de leurs hématies, c'est-à-dire à peu près 54^g de sang par kilogramme de poids vif, ne survivent que s'il leur est fait une transfusion de sang ou de plasma.

Dans la présente Note, nous cherchons à prouver que la réparation définitive de l'organisme, après injection de sang total, est due au plasma plutôt qu'aux globules. L'expérience nous a montré que *les globules ne jouent, dans la réparation, qu'un rôle secondaire, de sorte que l'efficacité de la transfusion semble due surtout au plasma.*

Deux séries d'expériences le prouvent.

II. L'expérience la plus simple consiste à enlever à un chien une quantité maximale S de sang total, et de lui réinjecter non pas S, mais le plasma P contenu dans S, autrement dit S-H, en appelant H les hématies. Bien entendu, il faut que, par l'hémorragie, l'animal ait été d'abord mis en un état de détresse physiologique intense et de mort imminente.

Le Tableau suivant résume nos sept expériences entreprises à cet effet :

---

[1] *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 574.

Expé-riences.		Perte en hématies pour 100.	Quantité de plasma injectée pour 100 du sang perdu.		
1.....	S.	60	43	Survie.	Sérum.
2.....	L.	62	22	Mort.	Plasma.
3.....	Pu.	75	37	Survie.	Plasma.
4.....	Ma.	87	60	Survie.	Plasma.
5.....	Me.	89	36	Survie.	Plasma.
6.....	I.	90	33	Survie.	Plasma.
7.....	V.	92	34	Survie.	Sérum.

Ainsi le seul animal qui ait succombé (le troisième jour) est celui qui a reçu une quantité de plasma sans doute trop faible (22 pour 100 du sang perdu).

Six animaux ont survécu avec une quantité de globules voisine du nombre des globules constaté au moment de la mort par hémorragie.

Donc les chiens qui meurent d'hémorragie ne meurent pas par défaut de globules, puisqu'ils peuvent revenir à la vie quand on leur injecte du plasma, c'est-à-dire du liquide sanguin dépourvu de tous ses globules [1].

III. La seconde série d'expériences, plus nombreuses, porte sur l'injection de plasma d'une autre espèce animale, et, dans le cas actuel, de plasma de cheval.

Grâce à l'obligeance de M. Nicolas et du Service sérothérapique de l'Institut Pasteur, nous avons pu opérer de la manière suivante :

Le sang veineux d'un cheval est recueilli aseptiquement dans un flacon stérilisé contenant une quantité convenable de citrate de soude (3 pour 1000).

---

(1) On pourrait d'abord supposer, pour cette appréciation de la perte pour 100 en hématies, qu'il est permis de ne tenir compte que des maxima. Mais ce ne serait pas légitime. En effet, par suite des différences individuelles existant dans le nombre des globules de sang par kilogramme de poids vif, l'évaluation est incertaine (12 pour 100 d'écart moyen). Cette incertitude disparaît si l'on prend la moyenne, et à mesure que cette moyenne porte sur un plus grand nombre d'expériences.

D'ailleurs, pour chacune de nos expériences, l'animal avait été mis en une telle détresse que la mort était imminente. Pour plusieurs d'entre eux, il a fallu faire la respiration artificielle.

La coagulation ne se produit pas; les hématies, après une heure ou deux de repos, s'amassent au fond du vase, et le plasma est décanté, tout prêt à être injecté.

Nous avons ainsi recueilli et employé pour nos expériences le sang de 10 chevaux différents, les uns normaux, les autres immunisés contre le tétanos, la dysenterie, le méningocoque ou le streptocoque.

Voici le Tableau résumant nos expériences :

	Perte pour 100 en hématies.	Quantité de plasma injectée pour une perte de 100 de sang.	
1. C. [1]	53	42	Survie.
2. Ch	53	55	Id.
3. C	66	41	Id.
4. D	67	74	Id.
5. M	72	41	Id.
6. B	73	45	Id.
7. P	74	85	Id.
8. Co	77	41	Id.
9. S	77	100	Id.
10. R	77	100	Mort après 48 heures.
11. Me	79	39	Survie.
12. Mi	80	51	Mort à la 70e heure.
13. Ca	80	60	Survie.
14. R	81	34	Id.
15. Th	85	41	Id.
16. Thl	88	50	Id.
17. Py	88	53	Id.

Nous ne mettons ici que les expériences faites avec le plasma; car les injections de sérum (liquide surnageant le caillot, après coagulation spontanée du sang) nous ont donné des résultats tout différents de l'injection de plasma. Le sérum, au moins quand il est injecté en quantité notable à une espèce animale différente, a une toxicité dont le plasma semble dépourvu.

---

[1] C. est le seul chien sur lequel nous n'avions pas poussé l'hémorragie à ses dernières limites.

La moyenne de la quantité de globules perdus chez ces 16 chiens (car il faut éliminer C,) est de 76 pour 100 ([1]).

Or tous ces animaux ont survécu, à l'exception de Mi., très vieille chienne, qui n'est morte qu'à la 70e heure, et de R., qui a reçu une dose très forte de plasma et a eu un abcès du cou.

En réunissant ces 17 expériences aux 5 précédentes, on voit que sur 22 chiens ayant reçu du plasma, alors qu'ils étaient en imminence de mort, 19 ont survécu, 3 seulement sont morts, et encore peut-on s'expliquer leur mort.

Les animaux ainsi transfusés, dès que la transfusion est terminée, ont repris des forces : ils peuvent aller et venir dans le laboratoire; parfois ils veulent bien manger le jour même. Pendant les deux, trois, quatre ou cinq jours qui suivent, ils restent languissants, avec des mouvements lents, recherchant l'obscurité, ne consentant à se lever et à marcher que quand on les stimule. Mais au bout d'une semaine environ (quelquefois un peu plus), ils reviennent à leurs allures normales.

IV. Il est donc bien prouvé par ces expériences, qui sont très cohérentes :

1° Que le plasma de cheval est, même à forte dose, inoffensif (le chien S., par exemple, a reçu 55g de plasma par kilogramme);

2° Que le sérum exerce une action offensive que n'exerce pas le plasma;

3° Que le plasma de cheval est efficace pour combattre les effets de l'hémorragie.

V. Les conséquences, soit pratiques, soit théoriques, qu'on en peut déduire sont importantes :

A. Au point de vue théorique, c'est tout d'abord que les globules, sans que nous osions dire qu'ils sont inutiles, ne sont certainement pas indispensables pour la réparation des hémorragies.

Donc ce n'est pas par un défaut d'oxydation, par anoxhémie, que meurent les blessés qui ont perdu beaucoup de sang. On pouvait d'ailleurs le supposer en constatant les différences énormes des processus mortels

(1) Il est intéressant de remarquer, ne fût-ce que pour établir la valeur de nos moyennes, que c'est précisément au niveau d'une perte moyenne de 76 pour 100 que meurent les animaux hémorragiés. Sur 12 chiens non injectés, la mort est survenue lorsque la quantité de sang globulaire perdue en moyenne était 75.

entre les animaux qui meurent d'asphyxie lente et ceux qui meurent par hémorragie.

Alors quelle est la cause de la mort?

L'hémorragie entraîne un abaissement énorme de la pression sanguine, de sorte qu'aussitôt il se fait une spoliation rapide de tous les tissus qui déversent énergiquement leur liquide protoplasmique dans le sang, pour suppléer au défaut de masse sanguine. Il est probable que cette spoliation est due à la différence de pression. En tout cas, il faut admettre une dénutrition soudaine, un catabolisme aigu, qui est arrêté dès que le plasma rétablit la masse sanguine et maintient le milieu intérieur en isotonie avec les protoplasmes cellulaires.

Il suffit pour que les phénomènes d'anabolisme (reconstitution cellulaire) se produisent dans les cellules nerveuses, les seules qui importent, que la spoliation intense de leur protoplasma cellulaire, catabolisme déterminé par l'hémorragie, soit suspendue.

Même quand il ne reste plus que 20 pour 100 des globules, les phénomènes d'oxydation dus aux hématies qui n'ont pas été soustraites, sont suffisants pour maintenir la vie.

Il est permis d'espérer que cette *plasmothérapie*, différente et de la *sérothérapie* où il n'y a pas de fibrine, et de l'*hémothérapie* où il y a des globules, pourra jouer, dans le traitement de certaines infections, un rôle important; car jusqu'à présent on n'a guère fait en thérapeutique que des injections de sérum et non de plasma. Or le plasma contient probablement, outre la fibrine, des substances qui n'existent pas dans le sérum, substances peut-être très utiles, qui sont entraînées par la précipitation de la fibrine ([1]).

B. Au point de vue pratique, il y a lieu de rechercher si l'injection de plasma de cheval, beaucoup plus facile que l'injection de sang humain, ne serait pas appelée à remplacer, dans les hémorragies, la transfusion de sang total, ou même, dans les infections, la sérothérapie ordinaire.

D'ailleurs c'est la clinique qui devra prononcer en dernier ressort pour les applications pratiques, car il y a toujours danger, en matière d'hématothérapie surtout, à conclure de l'animal à l'homme.

([1]) Sans insister, je rappellerai que dans mes recherches d'hématothérapie, datant de 1887, et précédant la sérothérapie, j'avais démontré, le premier, l'efficacité de la *transfusion du sang total pour le traitement des infections.* (Ch. R.)

Au sujet d'une nouvelle publication de la Mission de l'Équateur (*Atlas des environs des stations, avec un Appendice de toponymie équatorienne*, t. II, fasc. 1), M. le général **Bourgeois** fait la Communication suivante [1] :

Un certain nombre de publications de la Mission du Service géographique pour la mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud, partie astronomique et géodésique, ont déjà été présentées à l'Académie par le général Bassot [2].

Les travaux de publication ont été interrompus par les hostilités. Néanmoins, un fascicule publié peu avant la guerre et sur lequel l'attention de l'Académie n'a pas encore été appelée, l'Atlas des environs des stations, vient d'être complété par un appendice de toponymie équatorienne récemment paru.

Ces deux Volumes ont pour auteur M. le capitaine, aujourd'hui lieutenant-colonel Perrier, à qui nous devons déjà les fascicules précédemment parus.

Pendant les séjours, souvent fort longs, qu'ont dû s'imposer les officiers observateurs aux diverses stations de la triangulation du nouvel arc de méridien, chacun s'est efforcé d'exécuter lui-même ou de faire exécuter par un de ses adjoints, un levé aussi complet que possible des environs de la station. Ces levés avaient un double objet : d'abord permettre, dans l'avenir, de retrouver, si cela était nécessaire pour d'autres travaux, l'emplacement, même approché, de la station. Ensuite, servir au calcul des déviations de la verticale dues aux masses voisines de cette station ou tout au moins permettre de se faire une idée de leurs valeurs.

Les multiples difficultés qu'ont rencontrées les travaux (inclémence des conditions atmosphériques, destruction de signaux par les indigènes, etc.), la fatigue du personnel, la nécessité de tout sacrifier aux opérations astronomiques et géodésiques primordiales, sont autant de raisons pour lesquelles bon nombre de ces levés à grande échelle font défaut, en 37 points sur 74 du réseau de premier ordre. Mais, d'une part, 25 de ces points sont compris soit dans des levés plus étendus à échelle moindre, soit dans des régions

(1) Séance du 21 octobre 1918.

(2) *Sur la Mission géodésique de l'Équateur* (*Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 353); *Sur la compensation de la nouvelle méridienne de Quito* (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1125).

dont la reconnaissance a été très détaillée, ou dans des zones déjà très étudiées, 10 sont à de basses altitudes et en région de plaine. Il en reste donc seulement 2 pour lesquelles il y a lieu de regretter la lacune.

Les levés sont de précision inégale en raison des circonstances très diverses dans lesquelles ils ont été exécutés. Ils comprennent des levés à vue, des levés de reconnaissance et des levés expédiés dus à huit opérateurs différents, officiers ou sous-officiers [1].

Leur publication a nécessité un travail préalable considérable : revision des minutes, réduction de chacune à l'échelle de publication la plus appropriée, uniformisation des signes conventionnels et écritures, fixation de l'orthographe des noms propres espagnols ou indiens, etc.

Ce travail a été exécuté par le capitaine Perrier. Le dessin définitif des levés était fait, au fur et à mesure, sous sa direction, au Service géographique de l'Armée, puis la Section de Cartographie de ce Service exécutait l'héliogravure et le tirage des planches.

L'Atlas de 42 planches présenté aujourd'hui à l'Académie est donc le résultat de levés pénibles exécutés pour la plupart aux hautes altitudes des Cordillères, minutieusement mis au point par la suite.

Dans l'Introduction du Volume, il convient de signaler spécialement quelques détails sur les planches *Pichincha* et *Quito*. Le lecteur pourra comparer le levé du Pichincha par Humboldt à celui du capitaine Maurain. Le plan de Quito fixe exactement, par rapport à l'Observatoire astronomique actuel de cette capitale, la position de points intéressants dans l'Histoire des Sciences : la tour de Merced, origine de la méridienne de Bouguer et La Condamine, les divers points où observèrent Godin, Bouguer, La Condamine, Juan et Ulloa (de 1736 à 1742). D'après les observations et calculs de la Mission du Service géographique, l'altitude de Quito généralement acceptée jusqu'aujourd'hui (Wolf, Plaza Mayor : 2850^{m}) est trop forte de 46^{m}.

L'Appendice de toponymie que le lieutenant-colonel Perrier a consacré à l'étude des 391 noms géographiques de l'Atlas constitue le premier travail original de ce genre concernant les régions équatoriennes. Les quelques résultats présentés font souhaiter qu'il puisse s'étendre un jour à tous les noms géographiques renfermés dans les nombreux dossiers topographiques de la Mission.

---

(1) Les capitaines Maurain, Lacombe, Peyronel, Lallemand, Perrier, l'adjudant Lallemand, le sergent Lecomte, le caporal Aubry.

Parmi les noms géographiques de l'Équateur, les uns, remontant à une antiquité reculée, proviennent de langues indigènes autres que le quichua, la plupart aujourd'hui éteintes, et présentent un intérêt spécial par ce fait que certains sont même les seuls vestiges de ces langues disparues, source précieuse d'information pour la recherche des origines et des antiques migrations des peuples sud-américains. D'autres noms sont d'origine nettement quichua; on en retrouve le sens dans cette langue, encore vivante aujourd'hui. Viennent ensuite les termes géographiques espagnols, d'importation relativement récente, et toute une catégorie de termes de formation mixte.

L'auteur, s'attachant à rechercher l'origine et le sens de ces dénominations si variées, est parvenu à les reconstituer sûrement pour 198 noms. 125 noms sont d'étymologie douteuse. 68, d'origine probablement incasique, ont résisté à toute analyse.

Sur 100 noms géographiques :

Sont d'origine espagnole	31
» quichua	40
» mixte, quichua-espagnole	7
» indigène non quichua, préincasique pour la plupart	22

Il est frappant que malgré la faible durée de l'occupation inca dans la région qui nous occupe [1], presque la moitié des noms géographiques sont d'origine quichua. Ceci confirme à la fois la forte puissance d'expansion et d'assimilation bien connue de la race des conquérants incas et la diffusion de leur langue par les prédicateurs espagnols eux-mêmes après la conquête, fait historique désormais avéré.

Des vocabulaires espagnol-français et quichua-français et une bibliographie complètent heureusement ces recherches toponymiques.

---

[1] Une cinquantaine d'années à peine, depuis la bataille d'Hatuntaqui qui marqua la chute des Shiris et le triomphe des Incas (? 1487), jusqu'à la conquête de Belalcazar : Lieutenant de Pizarre (1534).

ÉLECTIONS.

M. le **Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes** prie l'Académie de désigner un de ses Membres qui fera partie de la *Sous-Commission de Standardisation des Unités de mesures et Tolérances.*

M. **J. Violle** réunit la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. **H. Parenty** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Marcel Deprez*.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** communique à l'Académie des renseignements transmis par le consul de France, à Reykiavik, sur une éruption du volcan *Katla*.

M. **H. Pécheux** adresse des remercîments pour la distinction accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Trench fever. Report of Commission medical research Committee american red cross;* prepared for publication by Richard P. Strong.

2° *Traité clinique de neurologie de guerre*, par Paul Sollier, Chartier, Félix Rose, Villandre. Préface de M. Baratte. (Présenté par M. Ch. Richet.)

3° *L'origine des formes de la Terre et des planètes*, par Émile Belot. (Présenté par M. P. Termier.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le rattachement à la théorie des fonctions hyperabéliennes d'une certaine équation aux dérivées partielles du second ordre, avec généralisation à un nombre quelconque de variables.* Note [1] de M. **Georges Giraud**.

L'équation

$$(1)\quad \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)\left(\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}\right)-\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial z}+\frac{\partial^2 u}{\partial y\,\partial t}\right)^2-\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial t}-\frac{\partial^2 u}{\partial y\,\partial z}\right)^2=e^u,$$

avec la condition

$$(2)\quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}>0,$$

déjà signalée comme se rapportant à la théorie des fonctions hyperfuchsiennes, se rattache également à celle des fonctions hyperabéliennes de M. Picard [2].

En effet, soit Γ un groupe hyperabélien, portant sur les variables X et Y, et transformant en lui-même le domaine

$$(3)\quad XX_0<1,\qquad YY_0<1,$$

l'indice zéro distinguant les imaginaires conjuguées. Nous supposons que toutes les fonctions correspondantes s'expriment rationnellement au moyen de trois d'entre elles, ξ, η, ζ, liées par une relation algébrique

$$(4)\quad \varphi(\xi,\eta,\zeta)=0.$$

Formons la fonction réelle

$$(5)\quad u=\log\left[64\left|\frac{\partial(X,Y)}{\partial(\xi,\eta)}\right|^2(1-XX_0)^{-2}(1-YY_0)^{-2}\right]$$

et posons

$$\xi=x+iy,\qquad \eta=z+it,$$

x, y, z, t étant réels. *u satisfait aux conditions* (1) *et* (2), *et est uniforme sur*

---

(1) Séance du 21 octobre 1918.

(2) Cf. *Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 24 et 893.

la surface (4). Si

$$\psi(\xi, \eta) = 0, \qquad \zeta = \omega(\xi, \eta), \tag{6}$$

où ψ est un polynome et ω une fonction rationnelle, est une courbe de (4) correspondant à un point double ou à une multiplicité de points doubles intérieurs à (3) de quelque substitution de Γ, il existe un nombre β, supérieur à -2, tel que

$$u - \beta \log|\psi|$$

reste fini au voisinage de (6), sauf au voisinage de certains points exceptionnels. Si (6) correspond à une multiplicité de points doubles situés sur la frontière de (3) et du type parabolique,

$$u + 2\log|\psi| + 2\log(-\log|\psi|)$$

reste fini au voisinage de (6), sauf au voisinage de certains points exceptionnels. Enfin, si (6) correspond à un point double parabolique situé sur

$$XX_0 = 1, \qquad YY_0 = 1,$$

la fonction

$$u + 2\log|\psi| + 4\log(-\log|\psi|)$$

reste finie au voisinage de (6), exception étant encore faite pour certains points exceptionnels.

2. Ce résultat peut même être considérablement étendu. Considérons les groupes suivants, portant sur n variables, qui tous se prêtent, par les méthodes connues, à la construction de fonctions automorphes : 1° les groupes hyperfuchsiens (étudiés, pour $n > 2$, par M. Fabini); 2° les groupes obtenus en appliquant à une forme quadratique à $n+2$ variables, décomposable en n carrés d'un signe et 2 de l'autre signe, le même traitement qu'à la forme $xy + z^2$ dans la théorie des groupes fuchsiens; 3° les groupes dont les n variables se partagent en systèmes de $n_1, n_2, \ldots, n_p$ variables, les variables de chaque système se transformant, indépendamment des autres, d'une des deux premières manières, et les systèmes comportant un même nombre de variables, auxquelles on applique des transformations de même type, pouvant, en outre, s'échanger entre eux. Ces groupes se prêtent tous à la construction de fonctions u, analogues à (5), et vérifiant l'équation

$$\frac{\partial\left(\frac{\partial u}{\partial \xi_1}, \frac{\partial u}{\partial \xi_2}, \ldots, \frac{\partial u}{\partial \xi_n}\right)}{\partial(\xi_{1,0}, \xi_{2,0}, \ldots, \xi_{n,0})} = k\, e^{u},$$

k étant une constante positive arbitraire. En outre, u vérifie des inégalités signifiant que l'hermitien en $x_1, x_2, \ldots, x_n$

$$\sum_{p=1}^{n}\sum_{q=1}^{n}\frac{\partial^2 u}{\partial\xi_p\,\partial\xi_{q,0}}x_p x_{q.0}$$

est défini positif. Pour $n=2$, ce sont les conditions (1) et (2).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation simultanée de plusieurs intégrales définies.* Note de M. **A. Angelesco**, présentée par M. P. Appell.

Le but de cette Note est d'étendre au cas de plusieurs intégrales définies la méthode de Gauss pour l'approximation d'une intégrale définie.

Soit

$$f(x)=a_0+a_1x+a_2x^2+\ldots+a_\nu x^\nu+\ldots$$

une série convergente dans un intervalle A, B; $K(x)$ une fonction intégrable et gardant un signe constant dans l'intervalle a, b qui est à l'intérieur de l'intervalle A, B. Considérons l'intégrale

$$I=\int_a^b K(x)f(x)\,dx=\sum_{\nu=0}^{\nu=\infty}a_\nu\int_a^b K(x)x^\nu\,dx.$$

Prenons pour valeur approchée de cette intégrale, l'intégrale

$$J=\int_a^b K(x)\varphi(x)\,dx=p_1f(x_1)+p_2f(x_2)+\ldots+p_nf(x_n),$$

où $\varphi(x)$ est le polynome de degré $n-1$ qui devient égal à $f(x)$ pour n valeurs $x_1, x_2, \ldots, x_n$ choisies dans l'intervalle A, B. On établit alors facilement, en suivant, par exemple, le mode d'exposition que donne [1] M. Appell pour la méthode de Gauss, que, dans les valeurs des intégrales I et J, les termes en

$$a_0,\quad a_1,\quad \ldots,\quad a_{n-1}$$

---

[1] *Sur une classe de polynomes à deux variables et sur le calcul approché des intégrales doubles* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1890).

sont égaux et que si

$$\int_a^b K(x)\,x^i\,P(x)\,dx = 0$$

pour $i = 0, 1, \ldots, \nu$, en désignant par $P(x)$ le polynome de degré n ayant $x_1, x_2, \ldots, x_n$ pour racines, alors les termes en

$$a_n, \quad a_{n+1}, \quad \ldots, \quad a_{n+\nu}$$

sont aussi égaux dans les valeurs de I et J.

Ceci établi, soit $\varphi_1(x), \varphi_2(x), \ldots, \varphi_s(x)$, s fonctions conservant des signes constants pour x respectivement dans les intervalles (α_1, β_1), (α_2, β_2), $\ldots$, (α_s, β_s), tous ces intervalles n'ayant aucun élément commun et tous compris à l'intérieur de l'intervalle A, B. Considérons alors les s intégrales

$$I_p = \int_{\alpha_p}^{\beta_p} \varphi_p(x)\,f(x)\,dx = \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} a_\nu \int_{\alpha_p}^{\beta_p} \varphi_p(x)\,x^\nu\,dx \qquad (\mu = 1, 2, \ldots, s).$$

Prenons pour valeur approchée de chacune de ces intégrales, l'intégrale correspondante

$$J_p = \int_{\alpha_p}^{\beta_p} \varphi_p(x)\,\Phi(x)\,dx = q_1 f(x_1) + q_2 f(x_2) + \ldots + q_{sn} f(x_{sn}),$$

où $\Phi(x)$ désigne le polynome de degré $sn - 1$ qui devient égal à $f(x)$ pour sn valeurs $x_1, x_2, \ldots, x_{sn}$ choisies dans l'intervalle A, B. Alors, d'après ce qu'on a vu, si le polynome $P_s(x)$ de degré sn qui a $x_1, x_2, \ldots, x_{sn}$ pour racines, satisfait aux sn conditions

$$(1) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \displaystyle\int_{\alpha_1}^{\beta_1} \varphi_1(x)\,x^i\,P_s(x)\,dx = 0, \\ \displaystyle\int_{\alpha_2}^{\beta_2} \varphi_2(x)\,x^i\,P_s(x)\,dx = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \displaystyle\int_{\alpha_s}^{\beta_s} \varphi_s(x)\,x^i\,P_s(x)\,dx = 0 \\ \qquad (i = 0, 1, \ldots, n-1), \end{array} \right.$$

les valeurs des deux intégrales I_p et J_p ont les mêmes termes en a_0,

$a_1, \ldots, a_{sn+n-1}$. Mais les conditions (1) déterminent complètement le polynome $P_s(x)$; nous l'avons montré dans une Note antérieure (¹). Nous voyons donc comment les racines du polynome $P_s(x)$ qui sont toutes réelles et distinctes, n par n dans chaque intervalle (α_1, β_1), (α_2, β_2), ..., (α_s, β_s), interviennent dans la recherche de la même et la meilleure approximation des s intégrales $I_1, I_2, \ldots, I_s$, par une méthode analogue à celle de Gauss.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des fonctions analytiques d'un nombre quelconque de variables imaginaires.* Note (²) de M. **Riquier**, présentée par M. P. Appell.

Dans une Note parue précédemment sous ce même titre (³), je me suis proposé d'établir une condition suffisante pour la nullité identique d'une fonction de variables imaginaires en nombre quelconque : j'ai pu me convaincre toutefois, depuis la publication de cette Note, que la forme donnée à l'énoncé de la condition ne comporte pas le caractère de généralité que je lui avais attribué; voici comment il convient de la modifier :

Désignant par a, b, ... des entiers algébriques indéterminés, en nombre n, on suppose que les divers systèmes de valeurs particulières dont ces entiers sont susceptibles se trouvent rangés suivant une loi arbitraire, mais sans omission ni répétition, sur la file illimitée

$$(a_1, b_1, \ldots), \quad (a_2, b_2, \ldots), \quad \ldots, \quad (a_k, b_k, \ldots), \quad \ldots,$$

et l'on considère un système de $2n+1$ variantes (⁴) associées,

$$\left\{\begin{array}{l} u_k, v_k, \ldots, \\ N_k, \\ \upsilon_k, \varphi_k, \ldots, \end{array}\right.$$

défini comme il suit : les n premières, u_k, v_k, ..., sont, pour toute valeur

(¹) *Sur une classe de polynomes à une variable* (*Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 121).

(²) Séance du 21 octobre 1918.

(³) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 598.

(⁴) Nous nommons *variante* un nombre variable dépendant d'un entier positif indéterminé, ou *indice*, auquel on peut donner des valeurs arbitraires.

de l'indice k, des entiers algébriques rendant distinctes entre elles les valeurs des k expressions

$$\begin{cases} a_1 u_k + b_1 v_k + \ldots, \\ a_2 u_k + b_2 v_k + \ldots, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ a_k u_k + b_k v_k + \ldots \end{cases}$$

(cette condition peut être réalisée d'une foule de manières); la variante suivante, N_k, est, pour toute valeur de k, un entier positif au moins égal à la plus grande des valeurs absolues de ces mêmes expressions; les n dernières, υ_k, φ_k, ..., sont réelles et complètement arbitraires.

Soient maintenant :

$x, y, \ldots$ des variables indépendantes imaginaires, en nombre n;

$t_x, t_y, \ldots$ des variables indépendantes réelles, en même nombre;

$S_x, S_y, \ldots$ des régions continues respectivement situées dans les plans de notation graphique des n variables $x, y, \ldots$, et dont chacune est telle que tout point de la région soit le centre de quelque cercle appartenant tout entier à cette région;

Enfin :

$$x = X(t_x), \qquad y = Y(t_y), \qquad \ldots$$

des contours analytiques réguliers sans nœuds [1], respectivement situés dans $S_x, S_y, \ldots$.

Sur le système formé par l'association de ces n contours, on considère le groupe G_k, des $2N_k + 1$ points

$$x = X\left(\upsilon_k + \frac{2l\pi u_k}{2N_k+1}\right), \qquad y = Y\left(\varphi_k + \frac{2l\pi v_k}{2N_k+1}\right), \qquad \ldots \qquad (l = 0, 1, 2, \ldots, 2N_k)$$

---

[1] La formule $z = Z(t)$, où z désigne une variable *imaginaire*, et $Z(t)$ une fonction (imaginaire) de la variable *réelle* t, est dite définir un *contour analytique régulier sans nœuds*, lorsque la fonction $Z(t)$ satisfait à la triple condition suivante :

1° Elle est analytique et régulière dans toute l'étendue de l'espace (réel) $[[t]]$.

2° La relation numérique $t_1 - t_2 = 2h\pi$, où h désigne un entier arbitraire, entraîne comme conséquence nécessaire $Z(t_1) = Z(t_2)$; en d'autres termes, la fonction $Z(t)$ admet la période 2π. Inversement, la relation numérique $Z(t_1) = Z(t_2)$ entraîne comme conséquence nécessaire $t_1 - t_2 = 2h\pi$, où h désigne quelque entier.

3° La dérivée première $Z'(t)$, de la fonction reste différente de zéro dans toute l'étendue de l'espace (réel) $[[t]]$.

(obtenu en inscrivant dans chacun des n contours certain polygone de $2N_k+1$ sommets, et associant les sommets de même rang des n polygones).

Cela étant, *si une fonction des n variables imaginaires $x, y, \ldots$ est analytique et régulière dans la région composée* $(S_x, S_y, \ldots)$, *et si, quelque petite que soit la constante positive* α, *la suite formée par les groupes*

$$G_1, \quad G_2, \quad \ldots, \quad G_k, \quad \ldots \tag{1}$$

en renferme une infinité en tous les points desquels la fonction présente un module moindre que α, *cette dernière est identiquement nulle dans toute l'étendue de la région* $(S_x, S_y, \ldots)$.

Par exemple, la nullité de la fonction en tous les points des groupes de la suite (1) entraîne sa nullité identique.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le premier trimestre de* 1918. Note de **M. J. Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Il y a eu 76 jours d'observations dans ce trimestre et l'on en déduit les principaux faits qui suivent :

Taches. — Le nombre des groupes enregistrés est de 95 avec une surface totale de 7807 millionièmes, au lieu de 106 groupes et 11069 millionièmes précédemment [1].

Cette diminution se répartit inégalement dans les deux hémisphères : elle est, en effet, de 7 groupes au Sud (49 au lieu de 56), et de 4 groupes au Nord (46 au lieu de 50).

Deux beaux groupes, visibles à l'œil nu, ont traversé le méridien central, respectivement, le 20,7 janvier à $-15°$ de latitude, le 17,6 février à $+4°$ de latitude.

La comparaison de la latitude moyenne des taches accuse également une égale augmentation de $0°,6$, de part et d'autre de l'équateur, avec $-15°,9$ au lieu de $-15°,3$ et $+12°,5$ au lieu de $11°,9$.

Régions d'activité. — On a noté 157 groupes de facules au lieu de 155, mais malgré cette faible augmentation, l'aire totale de ces phénomènes est moindre d'environ un septième, avec 193,5 millièmes, au lieu de 224,7 millièmes.

Enfin, dans leur distribution entre chaque hémisphère, on compte trois groupes en moins au sud (75 au lieu de 78), et 5 groupes en plus au nord (82 au lieu de 77).

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 346.

TABLEAU I. — *Taches.*

Janvier 1918. — 0,00.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
28-31	3	1,9	−11		15
27- 8	10	2,3		+10	151
3- 7	5	3,6	−10		29
3- 6	4	4,3	−20		21
3-12	10	7,5		+ 7	514
12	1	7,6	−32		8
4-14	10	10,4		+ 6	68
5-16	10	11,0		+13	170
5-17	11	11,5		+15	169
8-17	8	12,0		+16	65
11-12	2	12,6	−12		4
11-17	5	13,3		+ 4	14
11-17	5	13,3	−16		98
8-14	6	13,7	−19		176
12	1	15,8	−13		2
10-12	3	15,8	−27		13
14-21	7	16,4		+22	218
14	1	18,5	−25		5
19-25	4	19,8		+17	32
20	1	20,5	−22		22
14-25	10	20,6	− 7		61
14-26	11	20,7	−15		945
16-23	7	21,1	−11		27
16-26	10	21,0		+17	99
16-23	4	21,9		+18	30
21-24	3	22,6		+ 2	23
23-29	7	23,0	−17		518
17-23	6	23,3		+ 2	85
23-28	6	23,9		+ 8	32
27	1	25,7	−20		7
29	1	26,0		+14	25
20-29	9	26,1	− 9		95
29	1	26,8	−17		40
1- 2	2	27,2	−19		105
27	1	27,4		+11	4
26-27	2	28,3		+13	6
24- 2	8	28,6	−21		65
23- 2	9	29,2		+10	62
26- 4	8	30,1	−10		14
	24 j.		−16°,8	+11°,4	

Février. — 0,00.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
3- 5	3	2,2	−14		8
28- 9	11	3,7		+ 8	189
29- 5	6	4,7	−31		45
1- 9	9	7,5		+14	67
7-17	8	12,0		+14	24
15	1	12,7		+27	5
7-18	11	12,7	− 8		71
11-15	4	14,2		+18	10
17-18	2	15,6		+21	37
11-22	10	16,9	−10		33
15	1	17,2		+18	5
11-22	10	17,6		+ 4	581
13-20	7	18,9	−15		79
16	1	20,9		+26	35
17-19	3	21,5	−20		5
22	1	22,0		+14	2
26-28	3	23,8		+14	5
17- 1	11	23,9	−20		104
25-27	3	26,2		+15	21
3	1	26,9	−21		3
22- 3	8	27,2		+ 7	126
22- 1	7	27,9		+10	169
	25 j.		−17°,4	+15°,0	

Mars. — 0,00.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
7- 8	2	2,7	− 8		137
25- 8	10	3,1		− 7	85
26- 9	10	4,2	−12		52
6	1	5,1	− 6		8
10-13	2	7,4	−13		11
11-12	2	8,8		+15	1
10-11	2	9,9	−15		4
6-12	7	11,1	− 8		11
12-17	5	11,4		+23	50
11-12	2	11,9	−24		5
8-15	8	12,3	−18		9
11-12	2	12,6	− 5		3
12-18	7	12,7		+ 8	269

Tableau I (suite). — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Mars (suite).			
10–18	9	13,8		+18	131
8–19	12	14,5		+18	497
11	1	14,8	−25		2
18–19	2	14,9	−12		40
10–16	7	15,3	−18		20
11–19	9	15,3		+ 8	20
10–18	5	15,5		+17	23
10–16	6	16,0		+ 2	6
14–19	5	16,2		+10	5
14–16	3	16,7		+10	7
22–24	3	18,9	−11		10
16–22	6	19,1		+ 3	36
21	1	21,8		+15	10
19–31	11	25,9	−18		155
22–23	2	26,2	− 3		7
24–29	6	27,6	−22		10
23–31	8	28,0	−14		154
31– 2	2	29,2	−27		16
23– 3	10	29,3	− 4		216
25–28	4	30,3		+ 8	10
31– 6	6	31,6	−22		126
	27 j.		−14°,3	+11°,6	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1918.	Sud. 90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier......	»	1	4	12	4	21	18	8	9	1	»	»	39	4037
Février.....	»	1	1	4	2	8	14	4	7	3	»	»	22	1624
Mars........	»	»	5	9	6	20	14	8	5	1	»	»	34	2146
Totaux....	»	2	10	25	12	49	46	20	21	5	»	»	95	7807

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1918.	Sud. 90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier......	»	1	5	11	6	23	23	10	8	5	»	»	46	64,9
Février......	»	1	8	10	2	21	25	6	13	5	1	»	46	59,3
Mars........	»	1	9	16	5	31	34	12	12	7	2	1	65	69,3
Totaux....	»	3	22	37	13	75	82	28	33	17	3	1	157	193,5

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Limite et composition de l'atmosphère terrestre. Aurores boréales, bolides, étoiles filantes.* Note [1] de M. A. VÉRONNET, présentée par M. P. Puiseux.

Pour une masse fluide de densité ρ, de température T, soumise à la pesanteur γ, l'accroissement de la pression s'écrit immédiatement

$$dp = -\gamma\, dm = -\gamma \rho\, dr = -\frac{\gamma \mu}{RT} p\, dr. \tag{1}$$

Le dernier terme montre que l'accroissement *relatif* de la pression est proportionnel au poids moléculaire μ du gaz.

Si l'on a un mélange de plusieurs gaz, la pression totale est égale à la somme des pressions élémentaires de chacun d'eux, par suite proportionnelle à la somme des densités ρ ou des μp. La formule s'applique donc intégralement à chacun des gaz d'un mélange. Si T est constant, on en déduit la loi exponentielle qui donne la pression en fonction de la hauteur.

La pression limite déterminée dans une Note précédente est applicable ainsi à un mélange. Chacun des gaz d'une atmosphère s'élèvera à peu près jusqu'au point où le libre parcours d'une molécule dans le milieu sera égal à la hauteur maximum à laquelle peuvent rebondir les molécules de ce gaz, à la température T, à la vitesse V, sous la pesanteur γ.

Pour les principaux gaz de notre atmosphère : azote, oxygène, argon et hydrogène, on a calculé leur densité relative par rapport à l'air et leur pourcentage à différentes hauteurs, jusqu'à 300^{km}, en admettant une température moyenne de $-60°$ C. ou $213°$ A., température de la haute atmosphère. On a admis une quantité infinitésimale d'hydrogène, de densité égale à 4.10^{-11} à la surface. A. Gautier en avait décelé des traces. Les exposants de 10 dans la deuxième ligne du Tableau indiquent, dans chaque colonne, le rang de la virgule pour les trois lignes qui suivent : densité totale ρ, azote N, oxygène O.

On remarque une décroissance très rapide de la densité générale ρ, avec celle de l'azote et de l'oxygène, jusqu'à 150^{km}, chute d'un dixième environ par 13^{km}. A partir de 300^{km}, il n'y a plus que de l'hydrogène dont la pression décroît plus lentement et tombe à 48.10^{-14} à 400^{km} et 15.10^{-14} à 500^{km},

(1) Séance du 7 octobre 1918.

où arrivent les dernières molécules. La proportion d'oxygène tombe à 0,1 à 50^{km} et à 0,01 à 150^{km}. Celle d'argon diminue plus vite encore.

Le pourcentage de l'azote croît régulièrement jusqu'à plus de 100^{km}. Entre 100^{km} et 150^{km}, l'azote forme les 0,96 de l'atmosphère à une pression inférieure à 10^{-6} atm, qui est celle des ampoules de Crookes. C'est la région des *aurores boréales*, caractérisées par la raie verte de l'azote (Végard) et qu'on a localisées à 150^{km} de hauteur.

x (km)........	0.	10.	30.	50.	70.	100.	150.	200.	300.
Densités.			10^{-3}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-8}	10^{-11}		
ρ..........	1,000	0,201	8,37	35,82	15,59	14,49	6,87	$4,39.10^{-12}$	$1,44.10^{-12}$
N.........	0,755	0,160	7,21	32,5	14,64	14,02	6,04	$2,6.10^{-14}$	$4,8.10^{-21}$
O.........	0,232	0,039	1,14	3,3	0,95	0,47	0,067	$9,5.10^{-17}$	$1,9.10^{-24}$
Ar.........	0,013	14.10^{-3}	17.10^{-5}	2.10^{-7}	24.10^{-9}	32.10^{-13}	5.10^{-17}	76.10^{-23}	18.10^{-32}
$H \times 10^{-12}$..	40	35,8	28,7	23,0	18,4	13,2	7,6	4,36	1,44
Pourcentages.									
N.........	0,755	0,797	0,861	0,908	0,939	0,968	0,879	0,006	0
O.........	0,232	0,196	0,137	0,092	0,061	0,032	0,010	2.10^{-5}	0
Ar.........	0,013	0,007	0,002	5.10^{-4}	1.10^{-4}	2.10^{-5}	7.10^{-7}	1.10^{-10}	0
H.........	4.10^{-11}	2.10^{-10}	4.10^{-9}	1.10^{-7}	1.10^{-6}	1.10^{-4}	0,111	0,994	1,000

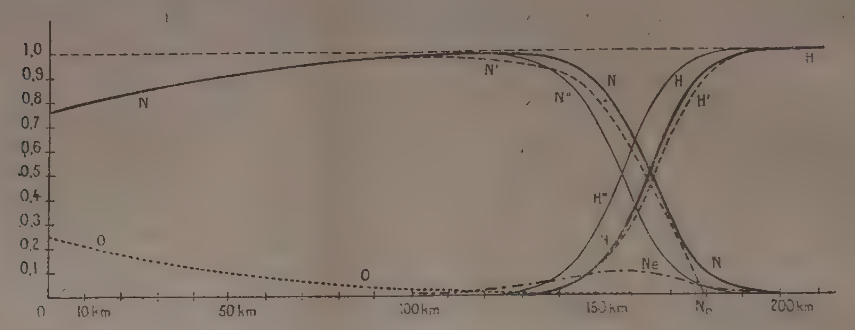
Les pourcentages dans la région la plus intéressante, de 100^{km} à 200^{km}, sont détaillés dans le Tableau suivant et les courbes correspondantes sont données par la figure.

x (km).	110.	120.	130.	140.	150.	160.	170.	180.	190.
N...	0,974	0,977	0,976	0,958	0,879	0,650	0,308	0,096	0,024
O...	0,026	0,021	0,017	0,013	0,010	0,006	0,002	0,0005	0,0001
H...	0,0004	0,0016	0,007	0,029	0,111	0,344	0,690	0,904	0,976

La pression limite de l'azote et de l'oxygène, 8.10^{-12} et 9.10^{-12}, serait atteinte vers 165^{km}. En tenant compte des molécules à vitesse plus grande, pouvant monter plus haut, la courbe de l'azote se limitera vers 180^{km} en N_0. L'hydrogène atteindrait sa densité limite $5,76.10^{-13}$ à 380^{km} de hauteur. Les molécules isolées s'élèveraient encore à une hauteur de 135^{km}, égale au libre parcours, ce qui porterait la limite extrême à plus de 500^{km}.

On peut admettre que l'hydrogène primitif a disparu par combinaison avec l'oxygène, resté en excès, et que le faible résidu actuel, insuffisant pour agir sur le spectroscope, résulte du lent apport des étoiles filantes.

Une particule cosmique pénètre dans l'atmosphère avec une vitesse moyenne de 42^{km}, avec maximum de 72^{km}, qu'elle communique aux molécules qu'elle frappe. La température répondant à cette vitesse moléculaire est de 418000° et le rayonnement instantané à cette température serait 30 milliards de fois plus grand qu'à 1000°. La force vive d'une goutte



Courbes de la proportion des différents gaz dans notre atmosphère.

N, O, H, courbes de l'azote, de l'oxygène, de l'hydrogène ; N' et H', correction des courbes de N et H en introduisant 0,0001 de néon Ne ; N" et H" décalage des courbes de N et H en triplant la proportion de H.

d'hydrocarbure de 1^{g} seulement, diffusée par les chocs dans l'atmosphère d'hydrogène que l'on trouve à 100^{km} de hauteur, suffirait pour élever à une température de 1000° et illuminer instantanément une traînée de 100^{km} de long sur 13^{km} de diamètre. Nous avons bien la réalisation des phénomènes extérieurs présentés par les *étoiles filantes*.

Un *bolide* laissera autour de lui également une traînée de molécules brillantes. De plus sa surface s'élèvera à chaque instant à une température telle que la chaleur rayonnée d'après la loi de Stefan soit égale à la chaleur engendrée par l'énergie cinétique apportée par les chocs. On a la formule ($\sigma = 5,32 \times 10^{-5}$ erg)

$$\sigma T^4 = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \rho v^3. \tag{2}$$

On obtient une température d'incandescence de 500° quand la densité de l'atmosphère par rapport à l'air atteint 774.10^{-13} pour une vitesse de 72^{km}, ce qui se trouve à 150^{km}. On obtient 140^{km} pour une vitesse de 42^{km}. On a admis une transformation intégrale de l'énergie cinétique en chaleur rayonnée. Comme la densité est ici multipliée par 10 tous les 15^{km} environ, le point d'incandescence d'un bolide sera certainement compris entre 100^{km} et 150^{km}.

NAVIGATION. — *Les ports profonds sur nos côtes de la Méditerranée et sur celles de nos colonies et pays de protectorat.* Note de M. J. **Renaud**, présentée par M. Ch. Lallemand.

Dans une Note précédente ([1]), j'ai cherché à montrer que, depuis quelques années, l'art de la construction des navires a fait de tels progrès qu'il est nécessaire de prévoir, à bref délai, l'aménagement de ports destinés à recevoir des bâtiments à très grand tirant d'eau. Puis j'ai examiné quels sont ceux de nos ports de l'Océan et de la Manche dont les conditions hydrographiques permettent la création d'établissements de ce genre.

Il m'a paru intéressant de faire une étude analogue pour nos ports de la Méditerranée et pour ceux de nos colonies et pays de protectorat.

Sur le littoral sud de la France, la situation nautique du port de Marseille permet de le mettre en état de recevoir les plus grands bâtiments. Dans les projets préparés pour agrandir ses ouvrages, on a, dans une large mesure, tenu compte de l'accroissement futur du tonnage des navires. Après Marseille, dont la situation, à tous points de vue, est exceptionnelle, l'endroit de la côte où il serait le plus facile de créer un port profond est la rade de Villefranche, que l'on peut considérer comme une annexe du port de Nice. Avec une dépense relativement faible, on la transformerait en un beau port, pouvant servir d'escale aux plus grands paquebots. Le fait mérite d'attirer l'attention, en raison du voisinage immédiat de la ville de Nice.

Sur la côte d'Algérie, dans les ports d'Oran et d'Alger, on a prévu des travaux d'agrandissement qui répondent à toutes les éventualités. En Tunisie, il serait facile de mettre le port de Bizerte en état de recevoir de grands navires, en draguant son chenal d'accès jusqu'au niveau des plus grands fonds du goulet du lac. Il est à remarquer que les trois ports d'Oran, d'Alger et de Bizerte, se trouvant près de la route maritime de Gibraltar à Port-Saïd, doivent, pour remplir le rôle qui leur est assigné, avoir des profondeurs au moins égales à celles du canal de Suez, que l'on est amené à creuser progressivement. Sur le littoral du golfe de Gabès, soit à l'entrée de la mer de Bou-Grara, soit plutôt dans la baie de Surkenis, on pourra, s'il en est besoin, créer à peu de frais le grand port tête de ligne

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 157.

du chemin de fer transafricain dont il a été souvent question pour relier la côte sud de Tunisie à nos possessions du centre de l'Afrique.

Djibouti, très bien placé comme point d'escale à l'entrée de l'océan Indien, serait facilement aménagé en un port profond. A Madagascar, on trouve, dans les principaux ports : Tamatave, Majunga, Antsirane, les fonds naturels nécessaires pour recevoir les grands navires.

Près de la route suivie par les bâtiments qui se rendent en Chine et au Japon, les côtes d'Indo-Chine offrent une suite de très belles rades se prêtant bien à l'installation de ports d'escale; ce sont : le cap Saint-Jacques, à l'entrée de la rivière de Saïgon; Tourane, port de la capitale de l'Annam, et, entre ces deux points, les baies de Cam-Ranh et de Bing-Hoï, auxquelles seule leur situation nautique donne de l'importance.

Dans l'océan Pacifique, Nouméa possède un grand port naturel. Les îles de la Société se trouvent dans une position très favorable pour servir de point de relâche aux paquebots faisant la traversée de Panama en Australie. En prévision du mouvement de navigation qui doit s'établir dans ces parages, des études ont été déjà faites pour l'aménagement du port de Papeete, à Tahiti. Mais les dimensions des navires augmentent si rapidement qu'on peut se demander si ce port, avec sa passe de 12^{m} formée d'un seuil rocheux exposé à la houle et avec sa rade d'étendue assez restreinte, répond bien aux conditions à prévoir dans l'avenir. Peut-être serait-il préférable de choisir, dans le même groupe d'îles, un port plus profond et plus étendu. Un certain nombre de rades voisines présentent à ce point de vue, sur Papeete, des avantages incontestables. La question pourrait de nouveau être mise à l'étude.

Aux Antilles, le port de Fort de France occupe une position avantageuse, à proximité de la route des navires qui, d'Europe, se rendent au canal de Panama; l'Administration des colonies a déjà étudié les moyens de donner à ce port l'outillage nécessaire.

Sur la côte ouest d'Afrique, le nouveau projet préparé en vue de l'agrandissement du port de Dakar y prévoit l'aménagement d'un des plus beaux points d'escale du monde. Plus au Sud, dans notre colonie de l'Afrique équatoriale française, les rades de Libreville et de Port-Gentil peuvent recevoir les navires du plus fort tonnage.

En résumé, sur nos côtes de la Méditerranée, nous avons un assez grand nombre de ports qui répondent bien aux conditions hydrographiques exigées par les navires à très grand tirant d'eau.

Dans nos colonies, trois points, par leur position géographique et

leurs conditions nautiques, occupent une situation exceptionnellement favorable pour servir d'escale aux paquebots; ce sont : Dakar, Djibouti et l'une des nombreuses rades qu'offrent les îles de la Société. D'autres ports, cités plus haut, présentent aussi, à ce point de vue, un réel intérêt.

Il faut s'occuper sans retard de prendre les mesures nécessaires pour tirer parti de ces précieux avantages.

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *Sur l'annulation du coma dans les lentilles.* Note [1] de M. E. CARVALLO, présentée par M. Bourgeois.

L'étude des appareils d'optique construits dans les ateliers de périscopes que j'ai fondés à Gretz et à l'École Polytechnique m'ayant conduit au calcul des lentilles achromatiques, mon attention a été portée sur le *coma* et l'annulation de ce défaut par la *condition des sinus*.

Des obscurités se rencontrent à ce sujet dans les livres, tant sur la démonstration que sur la signification même de la *formule des sinus d'Abbe* et de la *deuxième équation de Seidel* qui en est déduite.

La méthode suivante ne faisant pas intervenir la condition des sinus, supprime les obscurités qui s'y attachent; elle éclaire le sujet et procure en outre une formule nouvelle.

Au point A, pris sur l'axe d'un système centré de dioptres sphériques S_1, S_2, ..., S_λ de centres C_1, C_2, ..., C_λ, on considère un objet AB, linéaire et perpendiculaire à l'axe. Les rayons centraux donnent dans les divers dioptres les images successives A_1B_1, A_2B_2, ..., $A_\lambda B_\lambda$. Des pinceaux correspondant à une petite surface marginale donnent des images P_1Q_1, P_2Q_2, ..., $P_\lambda Q_\lambda$, un peu différentes des premières. L'image finale sera d'autant meilleure que $P_\lambda Q_\lambda$ sera plus près de coïncider avec $A_\lambda B_\lambda$. Mais il faut distinguer entre l'aberration longitudinale et l'aberration latérale : l'écart longitudinal $A_\lambda P_\lambda$ n'a qu'une importance secondaire, parce que les deux points étant sur un même rayon visuel semblent coïncider; au contraire, l'écart latéral venant de la différence entre les longueurs $A_\lambda B_\lambda$ et $P_\lambda Q_\lambda$ prend plus d'importance parce qu'il sépare les images des deux points B_λ et P_λ dans l'œil. Il provoque le coma.

La différence $\eta_\lambda = 1 - \frac{P_\lambda Q_\lambda}{A_\lambda B_\lambda}$ mesure ce défaut.

---

[1] Séance du 21 octobre 1918.

En vue de son évaluation, le rapport $\frac{P_\lambda Q_\lambda}{A_\lambda B_\lambda}$ doit être calculé au moyen des données des dioptres successifs. Je l'écris donc sous la forme

$$(1) \qquad \frac{P_\lambda Q_\lambda}{A_\lambda B_\lambda} = \left(\frac{P_\lambda Q_\lambda}{P_{\lambda-1} Q_{\lambda-1}} \frac{P_{\lambda-1} Q_{\lambda-1}}{P_{\lambda-2} Q_{\lambda-2}} \cdots \frac{P_1 Q_1}{PQ} \right) : \left(\frac{A_\lambda B_\lambda}{A_{\lambda-1} B_{\lambda-1}} \frac{A_{\lambda-1} B_{\lambda-1}}{A_{\lambda-2} B_{\lambda-2}} \cdots \frac{A_1 B_1}{AB} \right)$$

(où PQ coïncide avec AB par hypothèse).

Évaluons le dernier de ces rapports

$$(2) \qquad \frac{A_1 B_1}{AB} = \frac{C_1 A_1}{C_1 A} = \frac{S_1 A_1 - S_1 C_1}{S_1 A - S_1 C_1}.$$

Les notations en usage dans la théorie qui nous occupe sont celles-ci :

$$\frac{1}{S_1 C_1} = r_1, \qquad \frac{1}{S_1 A} = p, \qquad \frac{1}{S_1 A_1} = p_1;$$

r_1 est la courbure du dioptre S_1; p et p_1 sont les proximités des points A et A_1 rapportés à S_1.

Avec ces notations, l'expression (2) devient

$$(3) \qquad \frac{A_1 B_1}{AB} = \frac{p}{p_1} \frac{r_1 - p_1}{r_1 - p}.$$

La même formule (3) sert à exprimer le rapport $\frac{P_1 Q_1}{PQ}$, pourvu qu'on y remplace p et p_1 par les valeurs peu différentes $p + \varepsilon$ et $p_1 + \varepsilon_1$ correspondant aux points P et P_1 voisins de A et A_1.

Les quantités ε étant petites, on obtient la première approximation en négligeant les termes du deuxième ordre relativement aux quantités ε, savoir :

$$(4) \qquad \frac{P_1 Q_1}{PQ} = \frac{p}{p_1} \frac{r_1 - p_1}{r_1 - p} \left(1 - \frac{\varepsilon}{p} + \frac{\varepsilon_1}{p_1} + \frac{\varepsilon}{r_1 - p} - \frac{\varepsilon_1}{r_1 - p_1} \right).$$

Divisant l'expression (4) par l'expression (3), on obtient

$$(5) \qquad \frac{P_1 Q_1}{PQ} : \frac{A_1 B_1}{AB} = 1 - \frac{\varepsilon}{p} + \frac{\varepsilon_1}{p_1} + \frac{\varepsilon}{r_1 - p} - \frac{\varepsilon_1}{r_1 - p_1}.$$

Or on connaît la relation qui lie les proximités des deux foyers conjugués A et A_1; c'est $n(r_1 - p) = n_1(r_1 - p_1)$, où n et n_1 sont les indices de réfraction des milieux correspondant à A et A_1; la valeur commune Q_1, des deux membres, est *l'invariant d'Abbe*.

En fonction de Q_1, les expressions de $\frac{1}{r_1 - p}$ et $\frac{1}{r_1 - p_1}$ sont

$$\frac{1}{r_1 - p} = \frac{n}{Q_1}, \qquad \frac{1}{r_1 - p_1} = \frac{n_1}{Q_1}.$$

L'égalité (5) s'écrit donc

$$\frac{P_1 Q_1}{PQ} : \frac{A_1 B_1}{AB} = 1 - \frac{\varepsilon}{p} + \frac{\varepsilon_1}{p_1} + \frac{n\varepsilon - n_1\varepsilon_1}{Q_1}.$$

Qu'on opère de même pour les autres couples de rapports figurant au second membre de l'égalité (1), qu'on fasse le produit des expressions trouvées, en négligeant encore les termes d'ordre supérieur au premier, on obtient

$$\frac{P_\lambda Q_\lambda}{A_\lambda B_\lambda} = 1 - \frac{\varepsilon}{p} + \frac{\varepsilon_\lambda}{p_\lambda} - \left(\frac{n_1\varepsilon_1 - n\varepsilon}{Q_1} + \frac{n_2\varepsilon_2 - n_1\varepsilon_1}{Q_2} + \ldots + \frac{n_\lambda\varepsilon_\lambda - n_{\lambda-1}\varepsilon_{\lambda-1}}{Q_\lambda}\right).$$

Par hypothèse, ε est nul puisque PQ coïncide avec AB; d'autre part on connaît la valeur principale de l'expression $n_1\varepsilon_1 - n\varepsilon$, savoir :

$$n_1\varepsilon_1 - n\varepsilon = \left(\frac{p_1}{n_1} - \frac{p}{n}\right) Q_1^2 \frac{h_1^2}{2} \qquad \text{(formules des aberrations sur l'axe)},$$

h_1 désignant la distance à l'axe, du point où le pinceau marginal perce le dioptre S_1.

La valeur principale du coma η_λ a finalement pour expression

$$\text{(I)} \qquad \eta_\lambda = 1 - \frac{P_\lambda Q_\lambda}{A_\lambda B_\lambda} = \frac{-\varepsilon_\lambda}{p_\lambda} + \left(\frac{p_1}{n_1} - \frac{p}{n}\right) Q_1 \frac{h_1^2}{2} + \left(\frac{p_2}{n_2} - \frac{p_1}{n_1}\right) Q_2 \frac{h_2^2}{2} + \ldots + \left(\frac{p_\lambda}{n_\lambda} - \frac{p_{\lambda-1}}{n_{\lambda-1}}\right) Q_\lambda \frac{h_\lambda^2}{2},$$

la valeur principale de ε_λ étant d'ailleurs donnée par la formule connue de l'aberration sur l'axe

$$\text{(II)} \quad n_\lambda\varepsilon_\lambda = \left(\frac{p_1}{n_1} - \frac{p}{n}\right) Q_1^2 \frac{h_1^2}{2} + \left(\frac{p_2}{n_2} - \frac{p_1}{n_1}\right) Q_2^2 \frac{h_2^2}{2} + \ldots + \left(\frac{p_\lambda}{n_\lambda} - \frac{p_{\lambda-1}}{n_{\lambda-1}}\right) Q_\lambda^2 \frac{h_\lambda^2}{2}.$$

Les expressions de ε_λ et de η_λ sont, chacune, du deuxième ordre par rapport aux ouvertures utilisées des dioptres.

Si l'on dispose d'une seule variable (achromatique à deux verres collés), on en profitera pour annuler la valeur principale du coma η_λ; η_λ sera du quatrième ordre, ε_λ du second ordre. Si l'on dispose de deux variables (achromatique à deux verres non collés), on peut annuler les valeurs principales de η_λ et ε_λ, ce qui donne les deux équations classiques de Seidel.

Si la lentille est mince, toutes les valeurs des h sont égales et le facteur $\frac{h^2}{2}$ disparaît. On obtient ainsi

$$(\varepsilon_\lambda = 0), \qquad \left(\frac{p_1}{n_1} - \frac{p}{n}\right) Q_2^2 + \left(\frac{p_2}{n_2} - \frac{p_1}{n}\right) Q_2^2 + \ldots + \left(\frac{p_\lambda}{n_\lambda} - \frac{p_{\lambda-1}}{n_{\lambda-1}}\right) Q_\lambda^2 = 0,$$

$$(\eta_\lambda = 0), \qquad \left(\frac{p_1}{n_1} - \frac{p}{n}\right) Q_1 + \left(\frac{p_2}{n_2} - \frac{p_1}{n_1}\right) Q_2 + \ldots + \left(\frac{p_\lambda}{n_\lambda} - \frac{p_{\lambda-1}}{n_{\lambda-1}}\right) Q_\lambda = 0.$$

Les obscurités qu'on rencontre dans la méthode des sinus sont évitées dans l'exposé ci-dessus qui procure en outre l'avantage de donner un résultat nouveau : l'expression du coma η_λ dans le cas où l'aberration sur l'axe ε_λ n'est pas nulle.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'interversion du sucre de canne par la silice colloïdale.* Note de MM. **Albert** et **Alexandre Mary**, présentée par M. Edmond Perrier.

La silice colloïdale a été préparée par voie chimique, au moyen du silicate de sodium et de l'acide chlorhydrique. Trois séries d'expériences ont été faites : la première, avec des hydrosols dialysés; les deux autres, avec des hydrosols non dialysés.

Première série. — A la température ordinaire (15°-20° C.), la silice colloïdale, dialysée à 8 pour 100, intervertit assez activement le sucre de canne, mais son pouvoir catalytique décroît après 5 ou 6 heures; le même hydrosol, ramené à 5 pour 100 par addition extemporanée d'eau distillée, commence à perdre de son activité seulement après 130 heures; enfin, avec un hydrosol à 1,5 pour 100, nous avons observé le même pouvoir intervertissant au début de nos esssais et après un laps de temps de quatre mois. En somme, la durée de la période d'activité est mesurée par la durée même de la phase dispersée des sols, d'autant plus instables qu'ils sont plus concentrés.

Pour l'étude de l'interversion, nous avons employé la liqueur cupro-sodique (Fehling), dont la sensibilité est extrême; les résultats principaux ont été contrôlés au moyen du réactif de Nylander.

Deuxième série. — Afin de rester dans des conditions physiques d'instabilité comparables à celles des colloïdes cellulaires, les hydrosols siliciques n'ont pas été dialysés; et, dans le but d'exclure toute cause d'erreur provenant de l'acidité des pseudo-solutions, celles-ci ont été très faiblement alcalinisées par addition de bicarbonate de sodium. Dans ces conditions, la floculation spontanée est assez rapide, même pour des

hydrosols peu concentrés; en outre, la chaleur exerce une action favorisante considérable sur la coagulation. Préparé extemporanément selon ces indications, l'acide silicique intervertit lentement $C^{12}H^{22}O^{11}$. Porté à 80° C. pendant 4 minutes, il voit son pouvoir catalytique décroître sensiblement. Bouilli pendant 7 secondes, il perd les deux tiers de son activité et devient sensiblement inactif si l'on prolonge l'ébullition. Pectisé spontanément à la température normale, après un temps qui varie en raison inverse du degré de concentration et de la quantité de bicarbonate de sodium introduite, il cesse également d'intervertir le sucre.

L'un de nos essais a porté sur un hydrosol susceptible d'éprouver la floculation spontanée en 18 heures à 15° C. Voici, pour diverses températures, le temps employé à produire une interversion appréciable du sucre (quantités constantes de solution à 25 pour 100) par des quantités constantes de cet hydrosol fraîchement préparé :

°C.	
36	40 minutes
54	18 »
63	23 »
81	38 »
100	pas d'interversion sensible

Ici, la température optima est comprise entre 54° et 63°C. Mais, dans le détail, de telles évaluations varient assez largement d'une expérience à l'autre, suivant le degré d'instabilité micellaire du produit préparé, ou, en d'autres termes, suivant le degré de concentration de l'hydrosol et sa richesse en électrolytes.

Troisième série. — L'acide silicique non dialysé, alcalinisé seulement par quelques gouttes supplémentaires de silicate de sodium, est plus stable que le précédent. Aussi, sa réaction catalytique est-elle plus intense. En outre, l'ébullition, qui ne provoque pas la pectisation, ne porte pas atteinte à ses propriétés.

De ces quelques essais, se dégagent plusieurs conclusions intéressantes :

a. La silice colloïdale, à l'instar des acides minéraux, de l'acide acétique, de l'invertine, et des hydrosols de palladium, d'or et de platine, intervertit le sucre de canne d'une manière appréciable.

b. Son pouvoir intervertissant est fonction de son état de dispersion micellaire; elle est inactivée par les circonstances physico-chimiques qui détruisent la phase dispersée de ses pseudo-solutions.

c. Dans certaines conditions d'instabilité physique, son activité croît avec la température jusqu'à un point optimum variable (inférieur à 100°C.), et décroît ensuite jusqu'à complète inactivation. Ses conditions d'activité sont alors comparables, à certains égards, à celles des métaux colloïdaux et de

l'invertine extraite du thalle de divers *Saccharomyces* ou *Penicillium*. Aucune raison d'ordre chimique ne semble pouvoir être invoquée pour expliquer cette ressemblance. Mais la coïncidence de l'inactivation progressive avec la coagulation progressive conduit à penser qu'il s'agit uniquement, dans ces divers cas, de l'influence de la chaleur sur le degré de dispersion du colloïde intervertissant. Sucrase, métaux colloïdaux, silice colloïdale, intervertissent le sucre avec une vitesse qui croît avec la température (comme pour les acides minéraux), jusqu'au moment où l'augmentation de la chaleur commence à abaisser le degré d'hydrophilie des micelles. Ce phénomène, prodomatique de la coagulation, s'annonce déjà pour l'invertine, dont la constitution chimique paraît si voisine de celle des albuminoïdes, vers 56°-60° C. (En milieu aqueux chargé d'électrolytes, c'est, en effet, un peu au-dessous de 60° que les albumines tendent à passer de la phase dispersée microhétérogène à la phase dispersée macrohétérogène qui précède la formation de l'hydrogel.) On sait déjà que les « ferments métalliques » reconnaissent une température optima très inférieure à 100° C., et que l'ébullition détruit à la fois leur phase dispersée et leur pouvoir catalytique.

L'étude des colloïdes minéraux intervertissants fournit ainsi une explication satisfaisante des conditions thermiques d'exercice des diastases, en ramenant ce chapitre de biochimie à un chapitre de la physique colloïdale.

GÉOLOGIE. — *Limite des grès siliceux horizontaux en Afrique occidentale.* Note de M. **Henry Hubert.**

Ce n'est qu'au cours de deux récentes missions (Mauritanie, Guinée, Haut-Sénégal et Niger) qu'il m'a été donné de déterminer les limites sud-ouest des formations que j'ai précédemment désignées sous le nom de *grès siliceux horizontaux*. Je me propose, dans cette Note, d'indiquer la répartition de ces derniers à l'ouest du 4° long. W.

Limite extérieure. — Elle est connue en Mauritanie, à partir de l'Aguielt Abd-el-Jaber (environs du 22°30′ lat. N. et du 12° long. W), et il est

possible que de ce point elle se relie à l'El-Hank (carte Nieger, 1907). Elle se continue vers le Sud par les falaises de l'Adrar, du Tagant et de l'Assaba. Au sud de ce dernier massif, près de Guémou, elle dessine vers l'Est un golfe qui va au delà de Tischy, puis vient traverser le Sénégal à Médine pour se confondre ensuite avec les hauteurs de Kayes et le Tambaoura.

A partir de Barnina cette limite ne correspond plus à des accidents géographiques. Elle va d'abord dans le Sud, puis englobe le Fantofa, passe près de Toukoundia et au sud de Tiokétian, suit à peu près la frontière Guinée française-Sénégal et pénètre dans la Guinée portugaise à Missira. De ce point j'ignore comment elle se poursuit jusqu'à la côte, au sud du Rio Géba.

Dans sa partie méridionale, cette limite reparaît sur la côte à la hauteur de l'embouchure du Konkouré. Elle se dirige vers l'Est et se raccorde à la falaise Dixim-Coyals-Forécaria-Goumbokoré. Au sud-est de Kindia, les renseignements précis font défaut, mais il est probable que les grès ne dépassent pas Koniakary et Koussi. Quoi qu'il en soit, la limite ne tarde pas à remonter vers le Nord, passant à Tiaïé, puis entre Ditinn et Bounaïa, au sud de Kolen et près de Diavia. Elle est masquée alors par les diabases et ne reparaît que par places, à Dinguiraye, Bouka, Siguirindi et Moussala. De ce point elle se rattache aux hauteurs du Kéniékrou, probablement par la falaise de Nabou, puis de là aux hauteurs du Balan et du Mandingue, d'où elle rejoint la passe Banfora-Bandigara-Hombori.

Entre cette dernière localité et l'Aguielt Abd-el-Jaber, la limite nord des grès n'a pas été déterminée. Tout porte à croire qu'elle n'est pas continue, mais il est facile de se rendre compte que les territoires situés au sud des deux points cités plus haut sont bien en majeure partie occupés par les grès (¹).

Surfaces occupées par les grès. — Cette immense région (²) n'est évidem-

---

(¹) Cette droite passe en effet par la région de Gouddam et à une centaine de kilomètres seulement de la falaise Tichitt-Oualata.

(²) On notera l'immensité de la région gréseuse : il y a, en ligne droite, 1500^{km} de l'Aguielt Abd-el-Jaber à l'embouchure de Konkouré, 1500 également de ce dernier point à Hombori, 1200 de Hombori à l'Aguielt Abd-el-Jaber.

ment pas exclusivement occupée par des affleurements gréseux. Les principales masses gréseuses reconnues sont :

1° Le massif Adrar-Tagant auquel se rattache, au Sud, la zone limitée par la falaise Aïn-Maza, Oualata, Bounédou-Baddi. Cette zone se terminerait à peu près à la latitude de Sokolo et doit se rattacher aux grès de Goundam.

2° L'Assaba (suite du Tagant) auquel il faut joindre la vaste région comprise entre Mouschiab et Aguénaétir au Nord, el-Belenkchache et Koniakary au Sud.

3° L'immense zone Kayes-Barnina-Banford-Hombori (déjà indiquée sur la carte géologique que j'ai publiée autrefois). La limite nord de cette zone doit être rectifiée ne la faisant passer par Simbi, Ouateï, Gringalé, Naoulina.

Au sud-ouest d'une ligne Barnina-Kakama, Kéniékrou, les affleurements gréseux sont souvent discontinus. Ils deviennent même rares dans la partie Labé-Kakama-Barnina-Youkounkoun, mais ne disparaissent pas complètement. Ils se présentent alors en lambeaux occupant des altitudes très variables (250^{m} près de Toukoundia, plus de 1200^{m} à Tiga).

Régions non occupées par les grès. — Les dunes couvrent d'immenses espaces dans l'Aouker et le Hodh.

Les dépôts horizontaux [jaspes, pélites, calcaires (1), etc.] sur lesquels j'ai déjà attiré l'attention (2) s'observent surtout dans le Regueïba; entre el-Belenkchache, Koniakary, Toukoto et Siracoro; entre Ouateï, Goumbou et Boubouni, dans la région Labé-Kakama-Barnina-Youkounkoun, etc. Le plus souvent on les rencontre au-dessous des grès, mais on les voit aussi au-dessus de ceux-ci. Il faut donc les mettre dans la même série.

Au sud de Bougoudré commencent les diabases (2), se présentant le plus souvent sous forme de coulées ou de sills. Elles s'étendent bien au delà de

---

(1) Outre ceux de Dinguira, Toukoto et Siracoro, déjà connus et exploités, il faut signaler, comme gîtes calcaires de cette série, ceux de Digui, Diabéssamou, Sélikégny, Yarkada, Doualé, Bendougou, Sibindi, Yélimané, Goguel, Ouaïkanou, Ouahiguillou (Haut-Sénégal et Niger); Kiffa (trois gîtes), Kouroudjel, Azerra (Mauritanie); Idia, Kounda, Kankata, rivière Koïse (Guinée française).

(2) *Comptes rendus*, t. 159, 1914, p. 1007; t. 164, 1917, p. 434; t. 167, 1918, p. 167.

la zone gréseuse. Leur développement est exceptionnel entre Bougoudré, Gawal, Mamou, Dinguiraye et Kakama. On doit attribuer à leur action les modifications métamorphiques des formations de la série gréseuse, modifications auxquelles les grès seuls ont presque totalement échappé.

Enfin, là où le revêtement gréseux a disparu, on peut voir, sur des surfaces relativement très peu étendues, les formations du soubassement (schistes micacés dans la région de Gawal, gneiss et granites à Kankossa, Béfarara, Guibouria, etc.).

ANATOMIE. — *Contribution à la phylogénie des muscles.* Note de M. **J. Chaine**, présentée par M. Edmond Perrier.

A diverses reprises, j'ai montré que la *myologie comparative* a peu progressé par rapport aux autres branches de l'Anatomie. Je ne reviendrai pas ici sur cette remarque, voulant uniquement me borner à signaler une erreur qui, justement par suite de nos notions insuffisantes en cette matière, s'est peu à peu installée dans la Science, au point qu'aujourd'hui elle y a véritablement pris droit de cité.

On lit, en effet, d'une façon presque courante, que certains muscles des Vertébrés supérieurs se seraient constitués par la *soudure de muscles normalement distincts* chez des êtres à organisation moins évoluée. Dans mes travaux sur le digastrique, j'ai insisté sur tout ce que cette manière de voir a d'irrationnel; je laisserai donc ici toute considération particulière pour n'envisager la question que sous son aspect général.

Pour se rendre compte d'une façon certaine que le processus de soudure de *formations primitivement distinctes et nettement caractérisées* n'existe pas dans la constitution des muscles, il suffit de jeter un coup d'œil impartial sur l'ontogénie et la phylogénie du système musculaire. Un examen fait avec conscience montre, en toute évidence, qu'une telle conception ne peut être que le résultat de fausses apparences et, par suite, de mauvaises interprétations de faits non suffisamment approfondis.

Chez l'embryon de Vertébrés, les myotomes sont régulièrement situés les uns derrière les autres; au niveau de la région cervico-céphalique ce système est, de bonne heure, d'apparence moins régulière pour diverses raisons que je n'ai pas à analyser ici. Ces myotomes, qui sont tous indé-

pendants les uns des autres, sont des formations éminemment plastiques qui se modifient et se transforment pour constituer, par la suite, les muscles de l'adulte.

Chez les Vertébrés les plus inférieurs, le système musculaire présente dans son ensemble une disposition qui rappelle beaucoup la précédente. Il est constitué par une série de masses métamériquement distribuées tout le long du corps et généralement indépendantes les unes des autres. Ce n'est qu'au niveau des régions cervicale et céphalique que cette régularité est plus ou moins troublée; mais si, dans la tête, la métamérie est assez masquée, elle peut encore être assez bien discernée au niveau du cou.

Chez les Vertébrés supérieurs la disposition générale du système musculaire est, au premier abord, bien différente de ce qu'elle est chez les êtres précédents, *mais au fond elle est la même :* chez l'embryon, en effet, elle est identique et chez l'adulte elle n'est troublée que par la multiplicité des organes et des mouvements et par suite par le grand nombre de muscles à dispositions diverses dépendant de ceux-ci.

Cela posé voyons comment se forment les muscles. Ils naissent de façon semblable chez les Vertébrés inférieurs et chez les Vertébrés supérieurs. Deux processus sont à envisager :

1° Le muscle tire directement son origine d'un ou de plusieurs myotomes : dans le premier cas, il s'agit d'un muscle monogastrique et mono-innervé, dans le deuxième d'un muscle à deux ou plusieurs ventres et par suite bi ou pluri-innervé. Dans ce dernier cas l'origine multimétamérique peut encore être marquée par l'existence de sections tendineuses.

Lorsqu'il se constitue plusieurs organes dans le même segment du corps ou que celui-ci devient le siège de nouveaux mouvements, c'est le myotome de ce segment qui, *par division*, donne les muscles nécessaires à tous ces organes et mouvements; plus ceux-ci sont nombreux, plus les divisions le sont.

Quand un organe acquiert une forte puissance ou simplement s'étend sur plusieurs métamères, le ou les muscles qui en dépendent peuvent être formés par la soudure d'un ou plusieurs myotomes. Mais il s'agit là de soudures précoces portant sur des parties non encore évoluées, par conséquent plastiques, et non sur des formations ayant déjà acquis une certaine individualité.

Souvent aussi il arrive qu'un muscle dérivant d'un ou plusieurs myo-

tomes s'étende sur des segments autres que ceux auxquels appartiennent les myotomes formatifs; cela se produit par bourgeonnement des myotomes soit en avant, soit en arrière.

C'est par suite de ces faits que la métamérie musculaire des Vertébrés supérieurs, si nette chez l'embryon, est marquée par la suite comme je le montrais ci-dessus. C'est très probablement dans la disparition de cette segmentation et dans cette nouvelle disposition des muscles qu'il faut rechercher les causes de fausses interprétations dont je parlais tout à l'heure. Il est, en effet, à peu près certain que l'extension de certains muscles au delà de leurs segments d'origine, ou le fait que des muscles par suite de soudure de myotomes s'étendent sur plusieurs métamères, dispositions pouvant concorder avec la disparition de formations musculaires existant autre part, ait pu faire croire à la coalescence de muscles nettement caractérisés. Cependant, comme je l'ai signalé ailleurs, une étude comparative soignée portant sur un grand nombre d'espèces arrive à montrer la dégénérescence progressive du muscle absent. Il y a donc disparition par régression et non par fusion.

2° Fréquemment aussi il arrive que, lorsqu'une fonction nouvelle s'installe tardivement, les muscles destinés aux mouvements qui en découlent naissent par *division* de muscles déjà constitués, ceux-ci pouvant s'étendre sur un ou plusieurs segments du corps suivant les remarques précédentes. La tendance à la division des muscles est bien trop connue pour que je puisse me permettre d'insister davantage sur ce processus. Cela est commun, par exemple, au niveau des membres.

En résumé donc, quel que soit le nombre de métamères sur lesquels un muscle s'étend, que ces métamères soient ou non pour lui des segments d'origine, ce muscle ne peut se constituer que par l'un des trois processus suivants : 1° division de myotome; 2° soudure de parties de myotomes différents préalablement divisés, mais non encore individualisées; 3° division d'un muscle déjà caractérisé.

ANATOMIE ANTHROPOLOGIQUE. — *Découverte d'un procédé sûr pour reconnaître le sexe des axis humains à tout âge.* Note de M. **Marcel Baudouin**, présentée par M. Charles Richet.

Dans un Mémoire antérieur (1), j'ai montré que, pour l'homme adulte, on pouvait assez facilement reconnaître le sexe de la vertèbre *axis*, pour les époques préhistorique et actuelle, à l'aide du *poids* de l'os d'une part et d'autre part de la dimension de son *diamètre transverse* maximum.

En effet, tous les axis néolithiques dépassent 6^g, quand ils correspondent au sexe masculin, et descendent de 6^g à 4^g parfois, quand il s'agit du sexe féminin.

De plus, tous les axis masculins d'adulte ont un diamètre transverse supérieur à 45^{mm}, tandis que les féminins varient de 40^{mm} à 45^{mm}.

Mais ces deux procédés ne sont pas applicables aux adolescents et aux enfants, dont les axis peuvent avoir parfois un diamètre transverse supérieur à 45^{mm}, tandis que le poids peut être inférieur à 4^g.

C'est alors que j'ai songé à utiliser une remarque faite antérieurement sur les dimensions comparées du trou vertébral de cette partie de la colonne cervicale (2).

Si, comme l'a fait remarquer déjà Ledouble, ces dimensions, prises isolément, ne nous apprennent rien; il n'en est pas de même de leur *différence*.

En effet, la différence des diamètres antéropostérieur et transverse de ce trou est très notable dans le sexe masculin et très faible dans le sexe féminin. Et l'observation prouve que chez les hommes elle varie de 4^{mm} à 7^{mm}, tandis que, chez les femmes, elle oscille de 1^{mm} à 3^{mm} seulement. Si donc, sur un os d'adolescent, cette différence est seulement de 1^{mm} à 2^{mm}, il s'agit sûrement d'un sujet féminin.

Si l'on tente de chiffrer ces données par la *méthode des indices*, classique en anthropologie, en utilisant l'*indice épaisseur-largeur du trou vertébral de l'axis*, il est facile de constater ce qui suit :

---

(1) Marcel Baudouin, *Les deux premières vertèbres cervicales dans l'ossuaire néolithique des Cous à Bazoges-en-Pareds (Vendée)* (*Bull. et Mém. Soc. Anthrop.*, Paris, 7 janvier 1915, p. 5-26).

(2) *Bull. Soc. préh. Franç.*, 1918, n° 1², p. 125.

1° Cet indice, chez l'homme, va de 65 à 75 avec une moyenne de 70.

2° Chez la femme il monte à la moyenne 90, en variant de 85 à 95.

3° La différence de ces indices sexuels est donc de $90 - 70 = 20$. Et ce chiffre est largement suffisant, en pratique, puisqu'il représente $\frac{20}{100} = \frac{1}{5}$, pour permettre à tout anatomiste de déterminer le sexe d'un sujet, dont on possède l'axis.

L'intérêt de ce procédé est donc manifeste pour l'anatomiste et l'anthropologiste. Il rendra aussi de réels services en médecine légale, car il s'agit d'un os qui se conserve toujours très bien dans les sépultures, même par inhumation.

PHYSIOLOGIE. — *Action du citrate de soude sur le sang.*
Note [1] de M. **Folley**, présentée par M. E. Roux.

De nombreux physiologistes ont étudié l'action du citrate de soude sur le sang et ont attribué son pouvoir anticoagulant à l'immobilisation du calcium. On sait en outre, depuis les travaux de Peckelharing, Schmidt, Arthus, etc., que le sang citraté, comme les sangs rendus incoagulables par décalcification vraie, se coagule quand on l'additionne de fibrin-ferment. D'autre part, les sangs et plasmas citratés, à l'instar des sangs et plasmas non spontanément coagulables, se coagulent quand on les additionne de sucs de tissus. Les expériences classiques de Delezenne sur le sang et le plasma des oiseaux peuvent être reproduites avec les sangs et plasmas citratés et nous montrent que :

1° Le sang aspiré par ponction d'une veine, ou jaillissant d'une artère sans baver sur les lèvres de la plaie vasculaire, ne se coagule pas s'il est additionné de citrate de soude;

2° Le sang citraté récent se coagule très rapidement par l'addition d'une petite quantité d'un coagulum récent non rétracté, de sucs de tissus non lavés, de sucs de tissus lavés;

3° Le sang ayant bavé sur une plaie avant le citratage se coagule rapidement;

4° Le sang citraté se coagule rapidement au contact d'une plaie.

---

[1] Séance du 21 octobre 1918.

L'emploi du sang citraté dans les grandes hémorragies de guerre (Luis-Agote, Lewissohn, Hédon et Jeanbreau) nous a incité à entreprendre une série d'expériences et à étudier l'action du citrate trisodique sur le sang et l'organisme en vue de la transfusion. Toutes nos expériences ont été faites à la fois sur le sang humain et le sang de lapin. Le citratage a été fait au moyen d'une solution aqueuse récente, à 10 pour 100 de citrate trisodique cristallisé, que nous mélangions au sang dans la proportion de 10^{cm^3} de solution pour 200^{cm^3} de sang.

Dans cette Note nous apportons les faits suivants :

Expérience I. — Le sang citraté humain ou d'animal, abandonné pendant plusieurs heures à la température ambiante (18° à 23° C.), ne se coagule plus par addition d'une petite quantité de coagulum récent ou de sucs de tissus non lavés (muscles, aponévroses, tissu cellulaire, vaisseaux).

Expérience II. — Le sang citraté, ayant perdu le pouvoir de se coaguler par addition d'un coagulum récent ou de sucs de tissus, se coagule additionné d'une petite quantité de chlorure de calcium.

Expérience III. — Le sang d'un homme ou d'un animal auquel on a injecté de la gélatine ou du sérum de cheval, du sérum antitétanique ou même de son propre sérum, se coagule beaucoup plus rapidement au sortir des vaisseaux. Nous avons constaté que ce sang, mélangé au citrate de soude après avoir été correctement aspiré par ponction veineuse, ne se coagule pas plus que le sang d'un sujet normal.

Des travaux des physiologistes cités plus haut et des faits que nous signalons nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° Le citratage du sang n'empêche la coagulation que dans le cas particulier où le sang circulant est extrait des vaisseaux sans toucher aux lèvres d'une plaie.

2° Le citratage du sang ne constitue aucune sécurité quand on extrait le sang des vaisseaux au cours d'une intervention chirurgicale, créant une plaie, lésant l'endothélium des vaisseaux, déterminant des amorces de coagulation (petits caillots, sucs de tissus).

3° Le sang citraté perd en quelques heures la faculté de se coaguler avec un coagulum récent, du suc de tissus, etc., mais se coagule encore avec du chlorure de calcium.

4° Le sang rendu plus rapidement coagulable, par la gélatine en injections *in vivo* ou par le sérum antitétanique, peut être maintenu liquide par le citrate de soude dans les mêmes conditions que le sang normal.

ZOOLOGIE. — *Sur les Actinies des grandes profondeurs de l'Atlantique provenant des croisières de la* Princesse-Alice *et sur quelques traits de la biologie de ces animaux*. Note de M. **Ch.-J. Gravier**, présentée par M. Ed. Perrier.

La très grande majorité des Actinies recueillies au cours des croisières du Prince de Monaco, dans l'Atlantique septentrional, sont des animaux qui vivent à des profondeurs variant de 100^m à 6035^m. J'ai reconnu parmi elles 26 espèces appartenant à 19 genres répartis dans neuf familles distinctes. 16 de ces espèces sont à considérer comme nouvelles; 4 d'entre elles ont nécessité la création d'autant de genres nouveaux, dont l'un devient le type d'une nouvelle famille. Sur 26 espèces déterminées, 12, c'est-à-dire près de la moitié, appartiennent à la famille des *Sagartiadæ* qui paraît jouer ici un rôle analogue à celle des *Turbinolidæ* parmi les coraux des grandes profondeurs [1]. Parmi les *Sagartiadæ*, la prédominance appartient à la sous-famille des *Chondractinidæ*, qui recherchent les eaux profondes et qui sont d'ailleurs particulièrement armées en vue de la lutte pour l'existence, grâce à la consistance et à l'épaisseur de leur colonne, à la puissance de leur sphincter, à leurs aconties et à leur disque pédieux si développé. Après les *Sagartiadæ*, ce sont les *Paractidæ* les plus largement représentées dans les collections recueillies par la *Princesse-Alice*. Ces deux familles comprennent, à elles seules, plus des deux tiers de l'ensemble des espèces rapportées.

En certains points, la drague a ramené à la surface un grand nombre d'exemplaires de la même espèce. Ainsi, de la station 1096 (profondeur : 1440^m), il a été rapporté 83 exemplaires de *Chondractinia nodosa* Fabr. L'accumulation d'un nombre considérable d'Actinies de la même espèce peut tenir à des conditions favorables d'ambiance. En ce qui concerne les *Chondractinidæ*, qui présentent cette particularité, il faut rappeler que certains d'entre eux sont incubateurs, comme le *Chitonanthus incubans* Grav. [2] et que les larves plus ou moins évoluées se fixent normalement dans le voisinage de l'organisme maternel d'où elles proviennent; c'est ce qui a lieu chez l'*Actinia equina* L. que l'on trouve parfois en essaims

---

[1] *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 268.
[2] *Bull. Inst. Océanogr.*, Monaco, 1918, n° 346.

nombreux sur nos côtes. D'autre part, chez les *Sagartia*, la division longitudinale et spécialement la lacération sont fréquentes et l'on peut se demander, avec Carlgren, si, chez ces animaux, la multiplication asexuée n'est pas, pour l'existence de l'espèce, un phénomène aussi important que la reproduction sexuée. Il y a là quelque chose de comparable à ce qui se passe chez les Madréporaires, où le bourgeonnement et la scissiparité intimement associés aboutissent à la formation de ces colonies de grandes dimensions qui peuvent se dissocier, chacun des fragments continuant son évolution comme la colonie-souche qui provient d'un individu sexué [1]. Parmi les exemplaires de *Sagartia sobolescens* Grav. (profondeur : 2165^m) recueillis par la *Princesse-Alice*, trois étaient en voie active de lacération.

De même que les Madréporaires, mais dans une moindre mesure peut-être, certaines Actinies peuvent vivre à des profondeurs très variées. Ainsi le *Bolocera longicornis* Carlgren a été trouvé à des profondeurs comprises entre 48^m et 1478^m. Le *Chondractinia nodosa* Fabr. a été dragué entre 22^m et 1458^m. Il faut mentionner, par contre, que certaines formes n'ont été capturées qu'à des profondeurs considérables; tel est le cas du *Chitonanthus abyssorum* Grav. récolté aux profondeurs de 4870^m, 4965^m et 5000^m.

Les Actinies abyssales sont trop peu connues actuellement pour qu'on puisse tenter d'esquisser, même à grands traits, leur distribution géographique. On sait néanmoins, dès maintenant, que l'aire de répartition de certaines espèces paraît être fort étendue. Ainsi, le *Bolocera longicornis* Carlgren a été recueilli dans l'Atlantique septentrional, de Tromsö aux Canaries, et d'après Wassilieff, sur les côtes du Japon également. Le genre *Corallimorphus* est répandu sur de vastes espaces sous-marins : dans les parties australes de l'océan Indien, dans le Pacifique, dans la région des Açores.

Sur nos côtes, les Actinies se nourrissent fréquemment de proies volumineuses par rapport à elles-mêmes, auxquelles elles s'attaquent avec succès, grâce surtout aux nématocystes dont leurs tentacules sont bourrés. Il en est de même pour beaucoup d'Actinies qui vivent dans les profondeurs sous-marines. Dans la cavité pharyngienne d'un *Adamsia Rondeletii* D. Ch. (profondeur : 140^m), j'ai trouvé un petit poisson dont la surface seule était altérée. Chez un *Chitonanthus indutus* Grav., une Ophiure était engagée dans la même cavité. Les Actinies qui vivent sur la vase à Globi-

---

(1) *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 772.

gérines sont souvent remplies de tests de ces Foraminifères; celles qui passent leur existence sur les boues diverses des grandes profondeurs se comportent de même. Cette boue, imprégnée de substances organiques en décomposition et provenant avant tout des cadavres des animaux qui évoluent à tous les niveaux de la nappe sous-marine, constitue la partie essentielle de la nourriture des êtres qui rampent sur le fond des océans.

Quand elles vivent en commensales, les Actinies recherchent de préférence les animaux rampants ou nageants : Mollusques, Crustacés, Méduses, Cténophores. Les collections provenant des croisières de la *Princesse-Alice* offrent deux nouveaux cas de commensalité avec des hôtes inattendus. Le *Thoracactis Topsenti* Grav. a comme hôte une Eponge Hexactinellide (*Sarostegia oculata* Topsent) qui héberge en même temps un Polychète (*Hermadion Fauveli* Grav.) (¹). D'autre part, le *Sicyopus commensalis* Grav. se fixe sur la face ventrale d'une Holothurie des grandes profondeurs (*Pseudostichopus villosus* Théel), au voisinage de la bouche de celle-ci.

Chez un exemplaire de *Chitonanthus indutus* Grav. (profondeur : 4360^{m}), j'ai observé un curieux cas accidentel d'asymétrie qui simule une symétrie heptamère. Au siphonoglyphe unique, correspond une paire de cloisons directrices. Entre celle-ci et la paire diamétralement opposée, il y a, d'un côté, deux paires de cloisons du premier cycle et, de l'autre, trois paires, soit, en tout, sept paires de cloisons du premier cycle. Il y a également sept paires de cloisons du second cycle et quatorze du troisième. Quant à la cause de cette asymétrie, qui intervient sûrement à un stade très précoce du développement, elle nous échappe complètement.

A 16 heures et quart l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 17 heures et quart.

A. Lx.

(¹) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 333.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances d'août 1918 (*suite et fin*).

Esquisse géologique de la Martinique avec carte géologique, par Jean Giraud. Hanoï-Haïphong, imprimerie d'Extrême-Orient, 1918; 1 fasc. 27^{cm}.

Terremoto del año 1582 en Arequipa y erupción del volcán Omate en el año de 1600, por Fernando de Montessus de Ballore. Extracto de la *Revista chilena de historia y geografica*, t. XXIV, n. 28. Santiago de Chile, Imprenta universitaria, 1918; 1 fasc. 25^{cm}.

The book of the Opening of the Rice Institute, being an account in three volumes of an academic festival held in celebration of the formal opening of the Rice Institute, a university of liberal and technical learning founded in the city of Houston, Texas, by William Marsh Rice and dedicated by him to the advancement of letters, science and art. Houston, Texas, U. S. A., s. d.; 3 vol. 26^{cm},5.

Yearbook of the United States department of agriculture, 1917. Washington, Government printing office, 1918; 1 vol. 23^{cm},5.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution for the year ending june 30, 1916. Washington, Government printing office, 1917; 1 vol. 23^{cm},5.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES DE SEPTEMBRE 1918.

Le développement du cerveau chez les singes, par R. ANTHONY. Extrait des *Annales des Sciences naturelles*, 10e série, 1916, II. Paris, Masson, s. d.; 1 fasc. 25cm. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Observation des orages de 1917 dans les départements de la Gironde et partie de la Dordogne. Expérience des paragrèles électriques, résultats déduits des observations de 1912 à 1917. Extrait du *Bulletin de la Commission météorologique de la Gironde* (année 1917). Bordeaux, Gounouilhou, 1918; 1 fasc. 24cm. (Présenté par M. Violle.)

Production des légumes, par GEORGES TRUFFAUT. Versailles, Georges Truffaut, 1918; 1 vol. 23cm,5. (Présenté par M. Maquenne.)

An introductory treatise on dynamical astronomy, by H.-C. PLUMMER. Cambridge, Universty Press, 1918; 1 vol. 27cm.

Introduction à l'étude des alliages, par WITOLD BRONIEWSKI. Préface de HENRI LE CHATELIER. Paris, Delagrave, 1918; 1 vol. 25cm. (Présenté par M. Le Chatelier.)

La tenue scientifique de la maison, par Mistress CHRISTINE FREDERICK, avec une préface et une conclusion de M. HENRY LE CHATELIER. Paris, Dunod et Pinat, 1918; 1 fasc. 23cm. (Présenté par M. Le Chatelier.)

Les fours électriques de laboratoires, par JEAN ESCARD. Paris, Dunod et Pinat, 1917; 1 fasc. 25cm. (Présenté par M. Branly.)

Ministère de la Guerre. Génie. Établissement central de la radiotélégraphie militaire. *Oscillographe cathodique Dufour pour haute fréquence, enregistrement et étude de courants de télégraphie sans fil*. Paris, Adrien Maréchal, 1918; 1 fasc. 31cm,5. (Présenté par M. J. Violle.)

Un acte de vandalisme dans le département du Loiret en l'an II: mutilation de la pyramide indicatrice de la méridienne de France, élevée en 1748, sur la route d'Orléans à Paris par Fontainebleau; sa restauration par le Service des ponts et chaussées, par JACQUES LOYER. Extrait des *Bulletins de la Société archéologique et historique de l'Orléanais*, tome 18. Orléans, 1918; 1 fasc. 25cm.

Reflexiones acerca de la resolucion de las ecuaciones algébricas numéricas por el método de Graffe, por VICENTE VENTOSA. Madrid, Imprenta clasica española, 1917; 1 fasc. 25cm.

Annuaire général de l'Indo-Chine, 1918. Hanoï-Haïphong, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1918; 1 vol. 27cm.

ERRATA.

(Séance du 7 octobre 1918.)

Note de M. *C. Camichel*, Sur les grandes vitesses de l'eau dans les conduites :

Page 526, ligne 6, *ajouter :* La température moyenne de l'eau pendant les expériences était 28° C.